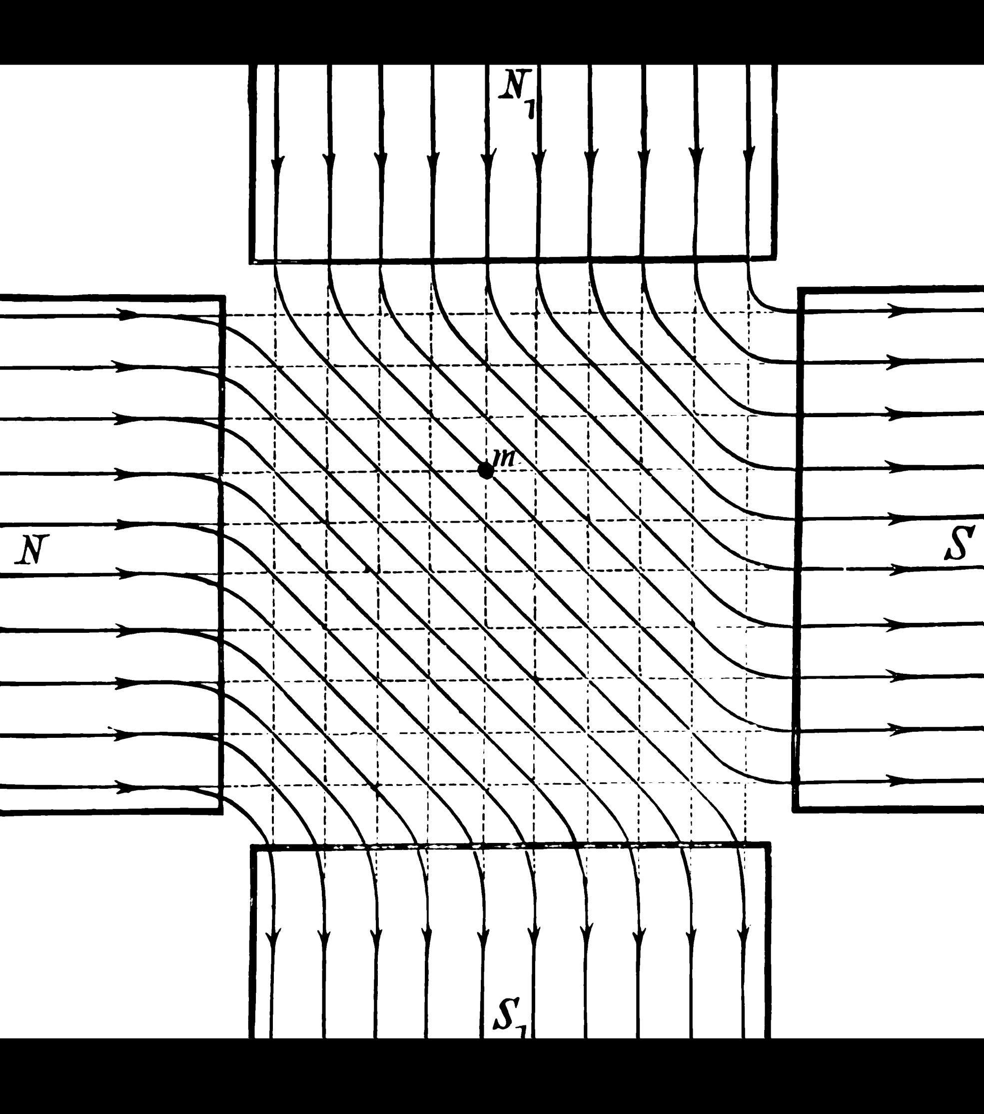
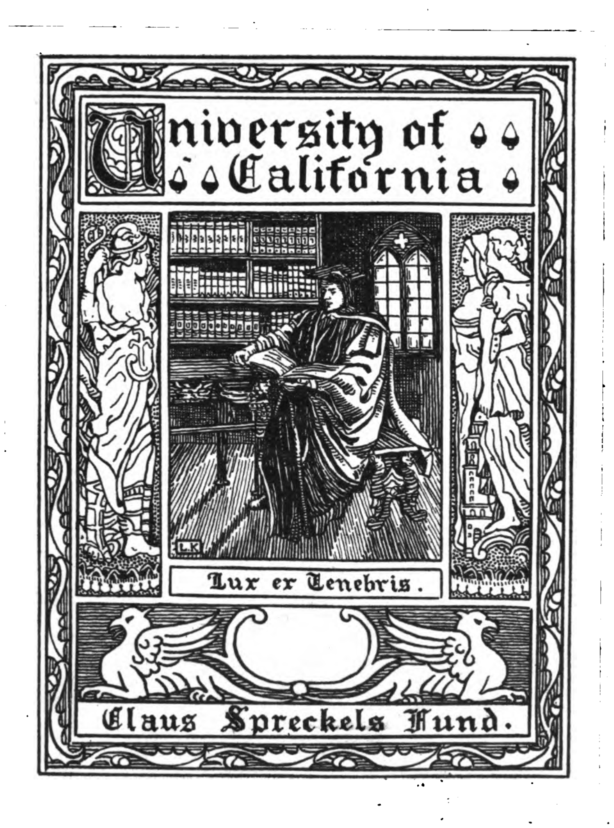


Handbuch des Telegraphendienstes der ...

Adolf Prasch





Handbuch

des

Telegraphendienstes

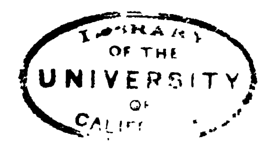
der Eisenbahnen.

Von

Ingenieur A. Prasch.

Mit 144 Abbildungen.

Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage.





Wien, Pest, Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1900.

K. und k. Hofbuchdrucker Fr. Winiker & Schickardt, Brünn.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die eigenartige Organisation des Eisenbahndienstes erfordert es, dass die große Mehrzahl der Bediensteten derselben mit der Ausübung des praktischen Telegraphendienstes vertraut sein muss. Die einfache Kenntnis des Telegraphierens, das heißt die Fähigkeit, Depeschen nehmen und geben zu können, befähigt jedoch noch nicht zur Ausübung dieses Dienstes, da der am Apparate Manipulierende auf sich selbst angewiesen ist und bei Störungen des Telegraphenbetriebes sich selbst zu helfen und zu rathen wissen soll.

Das Erkennen und Beheben von Fehlern bedingt jedoch nicht allein eine genaue Kenntnis der einzelnen, für die Telegraphie verwendeten Apparate, sondern setzt auch jenes elementare Wissen der Grundgesetze des Magnetismus und der Elektricitätslehre voraus, ohne welches ein genaues Verständnis der Telegraphen-Einrichtungen, deren inneren Zusammenhanges und gegenseitiger Abhängigkeit nicht möglich ist.

Mit welchen Schwierigkeiten die Erwerbung dieser Grundkenntnisse für den Anfänger jedoch verbunden ist, davon wird sich mancher, dem Mangel an theoretischen Vorkenntnissen sicher nicht zum Vorwurfe gemacht werden kann, Rechenschaft geben können. Die volle Schwierigkeit kann jedoch nur derjenige ermessen, welcher durch Abnahme der für diesen Dienstzweig vorgeschriebenen Fachprüfungen häufige Gelegenheit hat, das vergebliche Ringen der Lernenden nach Verständnis zu ersehen.

*

Diese Erkenntnis gab die Anregung zu vorliegendem Versuche, die Schwierigkeit der Erlernung und des Verständnisses dieser Disciplinen durch übersichtliche Anordnung des gegebenen Stoffes, eingehende Erklärung der Ursachen und Wirkungen unter fortwährender Beziehung auf die einschlägigen Grundgesetze und Vorführung einer großen Anzahl erklärender Illustrationen zu erleichtern und gleichzeitig durch Vermeidung allzu eingehender Detail-Beschreibungen zu freiem Denken und selbständigem Erfassen Anregung zu geben.

Das Hinweglassen der Namen aller jener, welche durch ihre Erfindungen und Entdeckungen den Telegraphen auf die hohe Stufe der heutigen Entwickelung brachten, wird auffallend erscheinen, doch liegt dies in der Erfahrung begründet, dass eine große Anzahl der Lernenden sich zumeist die Namen aufs innigste einprägen und leicht dazu verleitet werden, die Kenntnis der Namen mit der Kenntnis der Thatsachen zu verwechseln.

Auf Vollständigkeit kann dieses Werkchen bei dem gewaltigen Materiale, welches vorliegt, allerdings keinen Anspruch machen. Es würde dies auch den gesteckten Rahmen, als Lehr- und Nachschlagebuch zu dienen, überschreiten. Es müssen demnach diejenigen, welche sich weiter ausbilden wollen, auf die einschlägige Fachliteratur, insbesondere aber auf Band IV., V., IX., XII., XVI. und XXIV. der Elektrotechnischen Bibliothek verwiesen werden.

Auch musste manches weggelassen werden, was in ähnlichen Lehrbüchern bereits Eingang gefunden hat. So konnte des Potentialbegriffes keine Erwähnung geschehen und auch auf eine genaue Definition der elektrischen Maßeinheiten nicht eingegangen werden, weil durch Aufnahme dieser Begriffe das Verständnis nur erschwert worden wäre und auch ohne deren Vorführung das Auslangen gefunden werden kann.

Vorliegendes Werkchen soll eben nichts anderes sein als ein Lehr- und Nachschlagebuch für alle diejenigen, welche

sich dem Eisenbahndienste widmen, und erstrebt nichts weiteres, als denselben in Ergänzung der bestehenden Instructionen ein Hilfsmittel zur gründlichen Erlernung des Telegraphendienstes an die Hand zu geben.

Möge es diesen Zweck auch wirklich erfüllen!

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Zahlreiche Anerkennungen, welche dem Verfasser dieses Werkes im Laufe der Jahre sowohl von Seite der Lehrenden als Lernenden zugekommen sind, sowie die Thatsache, dass trotz des wenig kaufkräftigen Leserkreises eine zweite Auflage nothwendig wurde, weisen wohl darauf hin, dass der für die erste Auflage eingeschlagene Weg der richtige war.

Es konnte daher für diese neue Auflage keine Veranlassung gefunden werden, in Bezug auf Anordnung und Aufbau eine wesentliche Änderung eintreten zu lassen, und war für dieselbe sohin vornehmlich das Bestreben maßgebend, alle Neuerungen und Änderungen, welche im Laufe der Zeit im praktischen Betriebe Eingang gefunden haben, sorgfältig zu prüfen und zu sichten und von selben nur das vollkommen Bewährte neu aufzunehmen, hingegen alles bereits Veraltete aus demselben auszuscheiden. Es musste jedoch auch den neueren Theorien, soweit dies Umfang und Tendenz des Werkes zulässig erscheinen ließen, Rechnung getragen werden. So fanden der Potentialbegriff und die Kraftlinientheorien, durch welche sich die Erklärung der magnetisierenden Wirkung des elektrischen Stromes und der Inductionserscheinungen wesentlich vereinfacht, diesmal Aufnahme und

wurden aus selben im weiteren Verlaufe der Ausführungen an geeigneter Stelle auch die entsprechenden Nutzanwendungen gezogen. In gleicher Weise musste auch das Capitel über die elektrischen Maße den mittlerweile zum Abschlusse gelangten internationalen Vereinbarungen entsprechend abgeändert werden.

Durch diese Änderungen und Ergänzungen wurde das Werk nur unwesentlich erweitert, so dass die an den Lernenden gestellten Anforderungen kaum größer geworden sind.

Zum Schlusse sei der Wunsch gestattet, dass diese neue Auflage die gleich freundliche Aufnahme finden möge, wie solche der ersten Auflage zutheil wurde.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite
Vorwort V
Inhalt VII
Illustrations-Verzeichnis XII
Sachregister 204

I. Die Grundgesetze der magnetischen und elektrischen Erscheinungen.

A. Magnetismus.

§. 1. Magnetismus, natürliche und künstliche Magnete 1
§. 2. Vertheilung des Magnetismus, magnetische Pole 1
§. 3. Nord- und Südpol, Anziehung und Abstoßung derselben . . 2
§. 4. Magnetnadeln 3
§. 5. Erklärung der Ursachen des magnetischen und nichtmagnetischen Zustandes der Körper, Elementarmagnete 3
§. 6. Magnetische Induction oder Influenz 5
§. 7. Coërcitivkraft, permanente Magnete 6
§. 8. Erklärung der Außenwirkung eines Magnetes, magnetische Kraftlinien, magnetisches Feld 6
§. 9. Die Erde ein Magnet 10
§. 10. Erzeugung künstlicher Magnete 10
§. 11. Anziehung und Tragkraft 11

B. Die elektrischen Grunderscheinungen und ihre Gesetze.

§. 12. Der elektrische Zustand 13
§. 13. Übergang der Elektricität auf andere Körper, gute und schlechte Leiter, Leitungswiderstand 14
§. 14. Isolierung 15
§. 15. Positive und negative Elektricität 16
§. 16. Elektrisiermaschine 17

	Seite
§. 17. Elektrischer Ausgleich, elektrische Influenz	19
§. 18. Franklin'sche Tafel, Leydenerflasche	20
§. 19. Der Condensator	22

C. Der elektrische Strom.

§. 20. Ausgleich der Elektricität in einem Leiter	24
§. 21. Die galvanischen Elemente	25
§. 22. Spannungsreihe	26
§. 23. Elektroden	28
§. 24. Positiver und negativer Pol	28
§. 25. Richtung des elektrischen Stromes	29
§. 26. Ursache der Wirkung der galvanischen Elemente	29
§. 27. Polarisation	29
§. 28. Constante und inconstante Elemente	30
§. 29. Elektromotorische Kraft	30
§. 30. Reibungs- und galvanische Elektricität	32
§. 31. Stromstärke oder Intensität	33
§. 32. Ohm'sches Gesetz	34
§. 33. Abhängigkeit des Leitungswiderstandes	34
§. 34. Widerstand der Elemente	35
§. 35. Elektrische Maßeinheiten	36
§. 36. Stromkreis	37
§. 37. Die Erde als Leiter	38
§. 38. Stromverzweigung	39
§. 39. Geschwindigkeit der Elektricität	41
§. 40. Galvanische Batterien	41
§. 41. Verbindung der Elemente auf Quantität und Intensität	42
§. 42. Das elektrische Potential	45
§. 43. Das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Leiters	46
§. 44. Galvanische Induction	47
§. 45. Der Extra- oder Selbstinductionsstrom	50
§. 46. Magnet-Induction	51
§. 47. Der Cylinder-Inductor	53
§. 48. Erzeugung der Elektricität durch Wärme	56

D. Wirkungen des elektrischen Stromes.

§. 49. Wärmewirkung	58
§. 50. Chemische Wirkung	59
§. 51. Voltameter	62
§. 52. Einwirkung auf die Magnetnadel	63
§. 53. Der Multiplicator	64
§. 54. Galvanometer und Galvanoskop oder Boussole	65

Seite
§. 55. Wirkungsweise des Galvanometers 67
§. 56. Einwirkung des elektrischen Stromes auf weiches Eisen . . 68
§. 57. Gesetze des Elektromagnetismus 70
§. 58. Construction der Elektromagnete 71
§. 59. Wirkung der Elektromagnete 72
§. 60. Der Elektromagnet von Hughes 72
§. 61. Der polarisierte Anker. 73
§. 62. Remanenter Magnetismus 75

II. Die Telegraphie.

A. Vorbegriffe.

§. 63. Begriff der Telegraphie 77
§. 64. Telegraphie und Signalisierung 77
§. 65. Telegraphie und Telephonie. 78
§. 66. Princip des elektrischen Telegraphen 78
§. 67. Arbeits-, Ruhe- und Gegenstrom. 79
§. 68. Telegraphieren und Stromdifferenzen 83
§. 69. Eintheilung der Telegraphenapparate 84

B. Die galvanischen Elemente.

§. 70. Verwendete Elemente 85
§. 71. Chemischer Process in den Zink-Kupferelementen . . . 86
§. 72. Das Daniell-Element 88
§. 73. Das Meidinger Ballon-Element 90
§. 74. Das Callaud-Element 92
§. 75. Das Kohlfürst-Element 94
§. 76. Das Leclanché-Element 95
§. 77. Trockenelemente 98
§. 78. Accumulatoren 99
§. 79. Elektrische Constanten der verschiedenen Elemente . . . 104

C. Die Telegraphenleitungen.

§. 80. Begriff der Leitungen 105
§. 81. Erdleitungen. 106
§. 82. Die Außenleitungen 108
§. 83. Die Einführungen 115
§. 84. Die Bureauleitungen 117
§. 85. Herstellung der Leitungsverbindungen. 118
§. 86. Erfordernisse einer guten Telegraphenleitung 119

Seite

D. Die Telegraphenapparate.

§. 87. Benennung der Apparate 120
§. 88. Der Schreibapparat 120
§. 89. Der Zeichengeber oder Taster 129
§. 90. Der Widerstands- oder Rheostattaster 131
§. 91. Das Relais 132
§. 92. Die Boussole 139
§. 93. Die Linienwechsel oder Umschalter 141
§. 94. Die Blitzschutzvorrichtungen 145

E. Die Morseschrift.

§. 95. Morsezeichen 151
§. 96. Morseschriftzeichen 151

F. Der Stromlauf und die Apparatverbindungen.

§. 97. Unterschied des Stromlaufes einer Arbeits- und einer Ruhestromlinie 154
§. 98. End- und Mittelstationen 155
§. 99. Vergleich zwischen Arbeitsstrom und Ruhestrom . . . 157
§. 100. Übertragungsstationen 159
§. 101. Translationsstationen 160
§. 102. Apparatverbindungen 161
§. 103. Die Translationsschaltungen 163
§. 104. Halbtranslationen 168

G. Behandlung der Apparate und Batterien.

§. 105. Allgemeines 169
§. 106. Behandlung des Daniell-Elementes 172
§. 107. Behandlung des Meidinger-Elementes 173
§. 108. Behandlung des Callaud- und Kohlfürst-Elementes . . . 174
§. 109. Behandlung des Leclanché-Elementes 175
§. 110. Behandlung des Schreibapparates 176
§. 111. Behandlung des Relais 179
§. 112. Behandlung des Tasters 180
§. 113. Behandlung der Boussole 181
§. 114. Behandlung der Linienwechsel, Um- und Ausschalter . . 182
§. 115. Behandlung der Blitzplatten 183

H. Störungen im Telegraphenbetriebe.

§. 116. Arten der Störungen 183
§. 117. Temporäre Störungen 184

Seite
§. 118. Störungen, welche sich auf die Station allein beschränken . 185
§. 119. Störungen, welche auf die ganze Linie rückwirken . . . 186
§. 120. Erkennung und Behebung von Ableitungen an Telegraphenlinien 186
§. 121. Berührungen oder Tangierungen bei Correspondenz- und Signalleitungen 192
§. 122. Unterbrechungen. 196
§. 123. Erkennung einer Unterbrechung 198
§. 124. Begrenzung einer Unterbrechung 198
§. 125. Abhilfe bei Unterbrechung der Telegraphenleitung . . . 199
§. 126. Unterbrechung im Amtslocale 200

Illustrations-Verzeichnis.

Figur | Seite

1. Magnetstab in Eisenfeile getaucht 2
2. Freihängender Magnetstab 2
3. Magnetnadel 3
4. Zwei mit ungleichen Polen übereinander gelegte Magnete . . 3
5. Elementarmagnete, regellos gelagert 4
6. Elementarmagnete, parallel gerichtet 4
7. Einwirkung eines Magnetstabes auf weiches Eisen 5
8. Einwirkung eines durch Influenz magnetischen Eisenstabes auf weiches Eisen 5
9. Einfaches magnetisches Feld 7
10. Zusammengesetztes magnetisches Feld 8
11. Abgelenkte Kraftlinien 9
12. Experimentelle Darstellung der Kraftlinien 9
13. Erzeugung eines Magnetes durch einfachen Strich 11
14. Erzeugung eines Magnetes durch Doppelstrich 11
15. Erzeugung eines Magnetes durch Doppelstrich und Unterlage eines Stahlmagnetes 11
16. Hufeisenmagnet. 12
17. Magnetisches Magazin 12
18. Elektrisches Pendel 14
19. Elektrisiermaschine 18
20. Einwirkung eines elektrischen auf einen nicht elektrischen Körper 19
21. Franklin'sche Tafel 21
22. Leydenerflasche. 21
23. Batterie von Leydenerflaschen 21
24. Condensatorblatt mit Beleg 23
25. Condensator (Schnitt) 23
26. Erklärung des elektrischen Stromes durch Vergleich mit einer Wassersäule 25
27. Galvanisches Element 26
28. Die Erde als Rückleiter 38

Figur Seite
29. Die Erde als Reservoir 39
30. Stromverzweigung 40
31. Stromverzweigung bei Benützung der Erde als Rückleiter . . 40
32. Schematische Darstellung der Schaltung der Elemente auf Quantität 42
33. Schematische Darstellung der Schaltung der Elemente auf Intensität 42
34. Schematische Darstellung der gemischten Schaltung von Elementen 44
35. Schematische Darstellung der Gegenschaltung von Elementen . 44
36. Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten eines Leiters . . . 46
37. Das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Leiters . . 46
38. Das stromdurchflossene Solenoid drehbar aufgehängt . . . 46
39. Schematische Darstellung der Inductionswirkung durch den galvanischen Strom 48
40. Inductionsapparate von Rhumkorff 49
41. Erzeugung von Inductionsströmen durch Einschieben eines Magnetes in eine Inductionsrolle 52
42. Erzeugung von Inductionsströmen durch Annäherung eines Magnetes an einen von einer Inductionsrolle umgebenen weichen Eisenstab . 52
43.—46. Cylinder-Inductor 54, 55
47. und 48. Gas-Voltameter 59, 60
49. Einwirkung des elektrischen Stromes auf eine Magnetnadel . . 63
50. Vermehrung der Ablenkung der Magnetnadel durch einen Doppeldraht 64
51. Multiplicator 64
52. Galvanoskop 65
53. Galvanometer mit astatischer Nadel. 66
54. Wirkungsweise des Galvanometers 68
55. Schematische Darstellung eines Elektromagnetes 69
56. Hufeisenförmiger Elektromagnet 69
57. Elektromagnet mit Grundplatte 71
58. und 59. Elektromagnet mit Polschuhen 71
60. Wirkungsweise des Elektromagnetes 72
61. Elektromagnet von Hughes 73
62. Doppelelektromagnet mit polarisiertem Hufeisenanker . . . 74
63. Schematische Darstellung des Telegraphierens mit Arbeitsstrom . 81
64. Schematische Darstellung des Telegraphierens mit Ruhestrom . 81
65. Schematische Darstellung des Telegraphierens mit Gegenstrom . 81
66. Element Daniell 88
67. Element Meidinger 90
68.—70. Element Callaud, drei Typen 93
71. Element Kohlfürst 94
72. Element Leclanché 95
73. Briquet-Körper 97



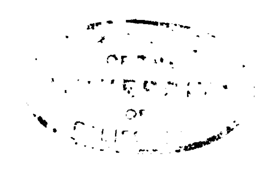
Figur Seite
74. Briquet-Element neuerer Form 97
75. Briquet-Element mit Kupferschälchen 98
76. Accumulatorplatte 101
77. Accumulator, Seitenansicht und Schnitt 102
78. Bleirohr-Erdleitung 107
79. Doppelsäule aus Holz 109
80.—81. Mauerbügel 110
82.—84. Winkelträger 111, 112
85.—87. Isolatoren 113
88. Einadriges armiertes Kabel 114
89. Mehradriges armiertes Kabel 114
90.—91*a*. und *b*. Einführungsrohre 116
92. Würgebund 118
93. Wickelbund 118
94. Elektromagnet eines Morse-Apparates 121
95. Morse-Apparat-Reliefschreiber 122
96. Morse-Apparat, Farbschreiber, Seitenansicht 124
97. Morse-Apparat, Farbschreiber, Laufwerk 125
98. Morse-Apparat, Farbschreiber, Draufsicht 126
99. Morse-Apparat, Farbschreiber, Farbgefäß, Draufsicht 127
100. Morsetaster 130
101. Widerstandstaster 132
102.—103. Relais 133
104.—105. Polarisiertes Relais 136
106—107. Boussole 140
108.—108*a*. Der Lamellenwechsel 142
109.—112. Stöpselumschalter 143
113. Ausschalter 143
114.—115. Schubwechsel 144
116. Batteriewechsel 145
117.—118. Blitzplatten 148
119.—120. Blitzplatten für kürzere Leitungen 150
121. Schematische Darstellung einer Arbeitsstromleitung mit zwei Endstationen 155
122. Schematische Darstellung einer Ruhestromleitung mit zwei Endstationen 155
123. Schematische Darstellung einer Arbeitsstromleitung mit Mittelstationen 156
124. Schematische Darstellung einer Ruhestromleitung mit Mittelstationen, Batterie nur in der Endstation 156
125. Schematische Darstellung einer Ruhestromleitung mit Mittelstationen, Batterie auf alle Stationen vertheilt 157

Figur | Seite

126. und 127. Schematische Darstellung einer Ruhestromleitung mit Abzweigung . . . . ·159, 160
128. Einschaltungsschema von zwei End- und einer Mittelstation in eine Arbeitsstromlinie 162
129. Einschaltungsschema verschiedener Stationen einer Ruhestromlinie . . . . Tafel I.
130. Art und Weise der Verfolgung des Stromlaufes 163
131. Schematische Darstellung einer falschen Translationsverbindung . 164
132. und 133. Translations-Morse-Relief-Schreibapparat 166
134. Schematische Darstellung einer Ableitung in einer Arbeitsstromlinie 187
135. Schematische Darstellung einer Ableitung in einer Ruhestromlinie 189
136. Aufsuchen einer Ableitung in einer Correspondenzlinie mit Ruhestrombetrieb 191
137.—142. Schematische Darstellungen von Leitungsunterbrechungen 196, 197
143. Untersuchung der eigenen Apparate in einer Station mit Arbeitsstrom 201
144. Unterbrechung der Erdleitung 203

BERICHTIGUNGEN.

S. 29 §. 25 Zeile 5 „Kathode“ anstatt „Anode“.
„ „ „ „ 6 „Anode“ „ „Kathode“.
„ 41 al. 3 „ 4 „Batterien“ einklammern.
„ 83 „ 2 „ 3 „bei Ruhestrom“ anstatt „bei Ruhezustand“.
„ 102, 2. Zeile von unten „in“ zwischen „aus dem—die“ einzuschalten.
„ 115 al. 2 Zeile 3 „Bei deren Verlegung“ anstatt „Bei der Verlegung“.
„ 137 „ 2 „ 8 von unten „§. 61“ anstatt „§. 11“.
„ 172 §. 106 al. 1 Zeile 3 „dieselbe“ anstatt „derselbe“.



I.

Die Grundgesetze der magnetischen und elektrischen Erscheinungen.

A. Magnetismus.

§. 1. Magnetismus, natürliche und künstliche Magnete.

Körper, welche die Fähigkeiten besitzen, Eisen anzuziehen und festzuhalten, nennt man Magnete.

Der Magneteisenstein, ein aus gleichen Äquivalenten Eisenoxydul und Eisenoxyd zusammengesetztes Eisenerz, besitzt in sehr seltenen Fällen von Natur aus diese Eigenschaft. Solche Stücke dieses Erzes nennt man natürliche Magnete.

Nichtmagnetischer Magneteisenstein und ebenso gut auch Stahl können durch verschiedene Methoden bleibend magnetisch gemacht werden und werden die so erzeugten Magnete als künstliche Magnete bezeichnet.

Die aus Stahl erzeugten künstlichen Magnete gewähren den Vortheil, dass man selbe in beliebiger Gestalt und Größe herstellen kann. Aus diesem Grunde werden für praktische Zwecke nur Stahlmagnete verwendet.

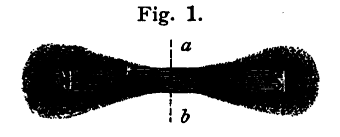
§. 2. Vertheilung des Magnetismus, magnetische Pole.

Nicht alle Theile eines Magnetes ziehen das Eisen mit gleicher Kraft an, sondern es finden sich an jedem Magnete zwei Stellen, an welchen die Anziehungskraft am größten ist. Zwischen diesen beiden Stellen befindet sich eine andere

Stelle, welche fast gar keine Anziehungskraft auf das Eisen ausübt.

Taucht man einen Magnetstab in Eisenfeilspäne, so werden dieselben von dem Magnete angezogen und festgehalten, und man sieht nach dem Herausnehmen, dass die größte Masse der Feilspäne an den beiden Enden hängt, die Zahl derselben gegen die Mitte zu stetig abnimmt und dass dieselben in der Mitte gänzlich abfallen (Fig. 1).

Fig. 1.

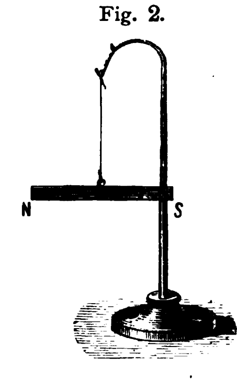


Die beiden Enden des Magnetstabes *N S*, welche das Eisen am stärksten anziehen, heißt man magnetische Pole, die rings um den Magnetstab laufende Linie *a b*, längs welcher derselbe gar keine magnetische Wirkung zeigt, die Mittellinie oder indifferente Zone.

§. 3. Nord- und Südpol, Anziehung und Abstoßung derselben.

Hängt man einen Magnetstab in der Mitte an einem Faden auf (Fig. 2) oder unterstützt denselben so, dass er sich frei in der horizontalen Ebene drehen kann (Fig. 3), so zeigt er die Eigenthümlichkeit, dass er stets die Lage von Norden nach Süden einnimmt. Wird er durch irgendeine Kraft aus dieser Lage gebracht, so kehrt er, sobald diese Kraft zu wirken aufhört und sich sonst kein Hindernis entgegenstellt, immer wieder in diese Lage zurück. Hierbei zeigt es sich, dass sich immer ein und derselbe Pol nach Norden, der andere nach Süden richtet. Den nach Norden zeigenden Pol des Magnetstabes nennt man den Nordpol, den nach Süden zeigenden den Südpol.

Fig. 2.



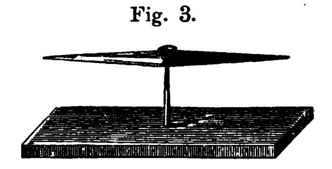
Nähert man dem Nordpole eines so aufgehängten oder unterstützten Magnetstabes den Nordpol eines anderen

Magneten, so wird der Magnetstab abgestoßen, umgekehrt bei Annäherung des Südpoles angezogen. Das Gleiche erfolgt, wenn man dem Südpole des beweglichen Magnetes den Südpol eines anderen Magneten nähert, er wird abgestoßen; nähert man ihm dagegen den Nordpol, so wird er angezogen. Es ergibt sich demnach folgende Regel: Gleichartige Pole stoßen sich ab, ungleichartige Pole ziehen sich an.

§. 4. Magnetnadeln.

Wiewohl zu diesen Versuchen jeder stabförmige Magnet verwendet werden kann, so wählt man wegen der leichteren Beweglichkeit, daher größeren Empfindlichkeit zumeist kräftig magnetisierte Stahlnadeln von langgestreckter, rhomboidischer Form, welche in der Mitte ein Stahl- oder Achathütchen tragen, mittels welchem selbe auf eine Stahlnadel aufgesetzt werden (Fig. 3).

Fig. 3.

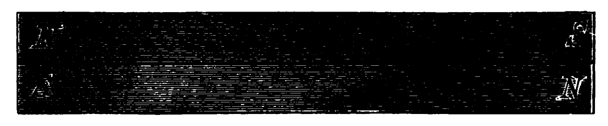


Derartige frei drehbare Magnetstäbe nennt man Magnetnadeln. Dieselben finden zur Bestimmung der Himmelsrichtung als sogenannte Compasse und, wie später noch erörtert werden soll, auch in der praktischen Telegraphie vielfältig Verwendung.

§. 5. Erklärung der Ursachen des magnetischen und nichtmagnetischen Zustandes der Körper, Elementarmagnete.

Werden zwei gleich große und gleich stark magnetisierte Magnetstäbe so übereinander gelegt, dass sich dieselben vollständig decken und stets der Nordpol des einen Magnetes dem Südpole des anderen Magnetes gegenüberliegt (Fig. 4),

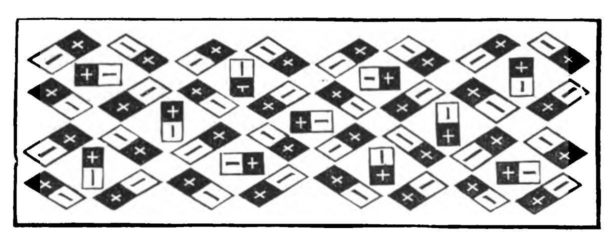
Fig. 4.



so zeigen dieselben nach außenhin fast gar keine magnetische Wirkung. Es heben sich sonach die Wirkungen der entgegengesetzten Polaritäten auf und der Körper erscheint nicht magnetisch.

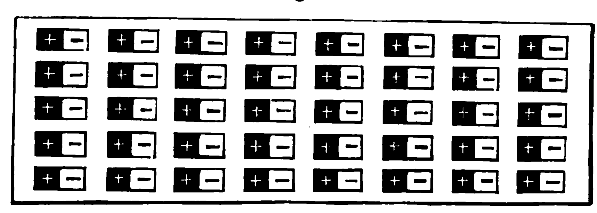
In ähnlicher Weise kann man sich vorstellen, dass jeder Körper aus einer großen Anzahl von unregelmäßig gelagerten Elementarmagneten zusammengesetzt ist, deren magnetische

Fig. 5.



Wirkungen sich gegenseitig aufheben (Fig. 5) und so den Körper unmagnetisch erscheinen lassen. Werden nun diese Elementarmagnete durch eine von außen wirkende Kraft, einen Magnet zum Beispiel, so gerichtet, dass sie die gleiche Lage einnehmen, so wird derselbe wieder magnetische Wirkungen zeigen, indem an den Enden des Stabes (Fig. 6)

Fig. 6.



freier Magnetismus angesammelt wird. Ist das Bestreben der einzelnen Elementarmagnete, nach Aufhören der Einwirkung der richtenden Kraft in die ursprüngliche Lage zurückzukehren, größer als das Beharrungsvermögen, so wird der Körper wieder unmagnetisch. Ist jedoch das Beharrungsvermögen größer, so bleibt der Körper ein Magnet. Ersteres ist bei weichem Eisen, letzteres bei Stahl der Fall. Dass bei

Magnetisierung eine derartige Umlagerung der einzelnen kleinsten Theilchen stattfindet, ergibt sich daraus, dass sich ein solcher Körper bei rasch aufeinander folgender Magnetisierung und Entmagnetisierung erwärmt, was sich nur auf gegenseitige Reibung dieser kleinsten Theilchen zurückführen lässt.

§. 6. Magnetische Induction oder Influenz.

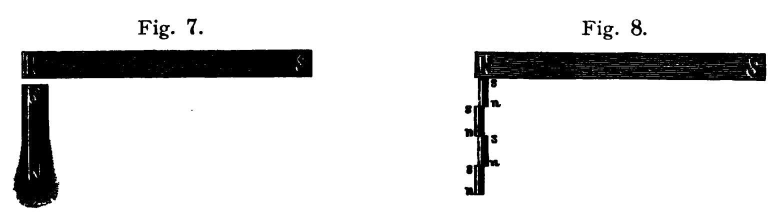
Nähert man einem Stäbchen aus weichem Eisen den Pol eines Magnetes (Fig. 7), so wird dasselbe sofort ein Magnet, was man daraus ersieht, dass selbes Eisenfeilspäne, welche in dessen Nähe gebracht werden, anzieht und festhält. Unmittelbar mit der Entfernung des Magnetes verliert das Eisenstäbchen seinen Magnetismus wieder und die Feilspäne fallen ab.

Das dem Pole des Magnetes zugekehrte Ende des Eisenstabes erhält hierbei die entgegengesetzte, das entfernte Ende die gleiche Polarität wie der Pol, welchem es genähert wird. Ist der Pol, welchem es genähert wird, ein Nordpol, so entsteht in dem näheren Ende des Eisenstäbchens ein Süd-, in dem entfernteren Ende ein Nordpol.

Diese Erscheinung wird als magnetische Induction, Influenz oder auch Magnetisierung durch Vertheilung bezeichnet.

Ein durch Influenz entstandener Magnet wirkt auf ein weiches Eisenstück ebenfalls wieder magnetisierend und

Fig. 7. Fig. 8.



erklärt sich hieraus, dass an einen starken Magnet eine ganze Reihe weicher Eisenstücke, eines an das andere, angehängt werden können (Fig. 8).

§. 7. Coërcitivkraft, permanente Magnete.

Ein gehärteter Stahlstab wird durch Berührung mit dem Pole eines Magnetes zwar ebenfalls magnetisch, aber er erreicht die volle magnetische Anziehungskraft erst dann, wenn er längere Zeit mit dem Magnetpole in Berührung bleibt. Rascher erfolgt dies, wenn er mit demselben bestrichen wird. Ein so gehärteter Stahlstab verliert aber auch seinen Magnetismus nur sehr langsam und bleibt somit auch dann magnetisch, wenn der magnetisierende Pol entfernt wird. Es erklärt sich dies (§. 5) daraus, dass die einzelnen Elementarmagnete der Umlagerung in gleiche Richtung größeren Widerstand entgegensetzen, aber wenn sie einmal umlagert sind, nicht mehr oder nur sehr langsam in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren.

Ein Magnet, welcher bleibend magnetisch ist, wird ein constanter oder permanenter Magnet genannt. Magnete hingegen, welche ihren Magnetismus nur so lange festhalten, als selbe unter dem magnetisierenden Einflusse stehen, werden als temporäre Magnete bezeichnet.

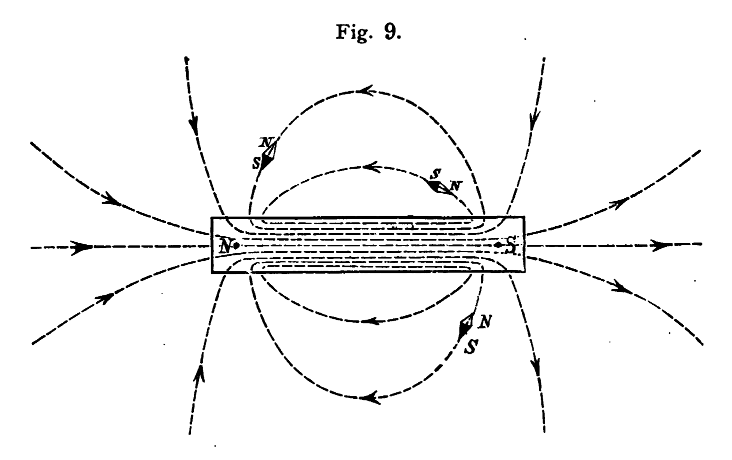
Den von einem gehärteten Stahl einer Änderung seines jeweiligen magnetischen Zustandes entgegengesetzten Widerstand nennt man dessen Coërcitivkraft. Je härter der Stahl, desto größer ist dessen Coërcitivkraft, das heißt, desto größeren Widerstand setzt er der Magnetisierung, beziehungsweise der Umlagerung der einzelnen Elementarmagnete entgegen, hält sodann aber den einmal angenommenen Magnetismus umso fester zurück. Will man daher sehr haltbare Magnete erzeugen, so muss man sehr harten Stahl verwenden.

§. 8. Erklärung der Außenwirkung eines Magnetes, magnetische Kraftlinien, magnetisches Feld.

In jedem Magnetpole sammelt sich eine gewisse Menge freien Magnetismus an, welcher alle in seiner Umgebung befindlichen magnetischen Theilchen beeinflusst und somit das Kraftcentrum für den ihn umgebenden Raum bildet.

Dieser Raum, auf welchen der Magnetpol einwirkt, heißt **magnetisches Feld**. Je größer die in den Polen angesammelte Menge freien Magnetismus, desto größer wird dieser Raum sein und desto intensiver ist die Einwirkung innerhalb desselben auf die magnetisierbaren Theilchen. Da jeder Magnet zum mindesten zwei Magnetpole hat, so müssten eigentlich zwei magnetische Felder entstehen, welche entgegengesetzte Wirkungen ausüben. Sie vereinigen sich aber zu einem gemeinschaftlichen magnetischen Felde, in welchem sich die gegenseitigen Wirkungen nach Maßgabe der Entfernungen aufheben.

Fig. 9.

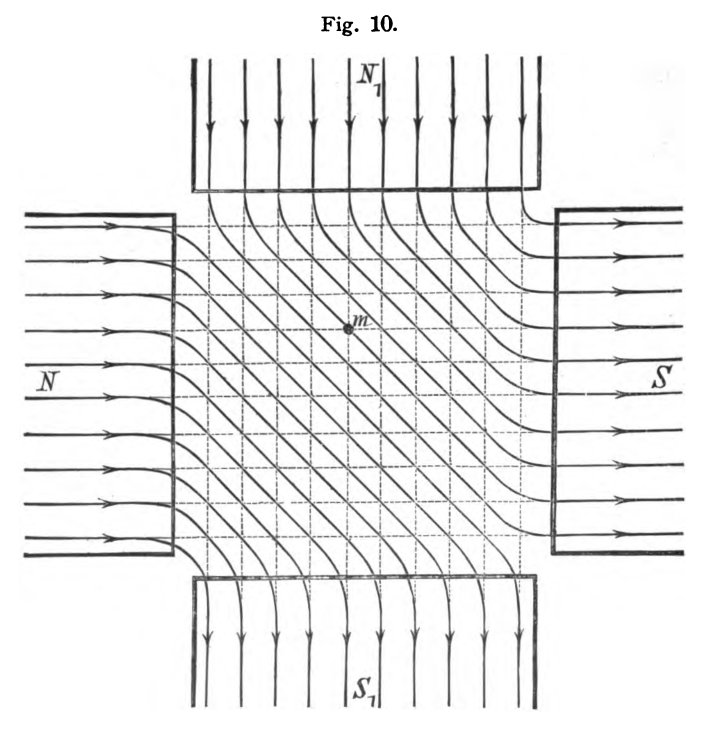


Um sich das magnetische Feld zu erklären, denkt man sich (Fig. 9) von dem Nordpole des Stabmagnetes eine Reihe von Linien in der Pfeilrichtung in den ganzen Raum ausgehend, welche sich wieder in dem Südpole ansammeln und durch den Magnetstab zum Nordpole zurückkehren. Diese Linien, welche eine ganz bestimmte Richtung haben, werden als **magnetische Kraftlinien** bezeichnet. Je mehr freier Magnetismus sich in den Magnetpolen angesammelt hat, desto mehr Kraftlinien gehen von diesen Polen aus. Die Anzahl der Kraftlinien bildet somit einen Maßstab für die magnetische Wirkung, und da sich dieselbe im magnetischen

Felde äußert, für die Stärke oder Intensität des magnetischen Feldes. In der That wird die Intensität eines magnetischen Feldes durch die Anzahl von Kraftlinien gemessen, welche dasselbe pro Quadratcentimeter Querschnitt durchsetzen.

Je näher die einzelnen Magnetpole zueinander gestellt sind, desto intensiver wird das zwischen denselben entstehende

Fig. 10.

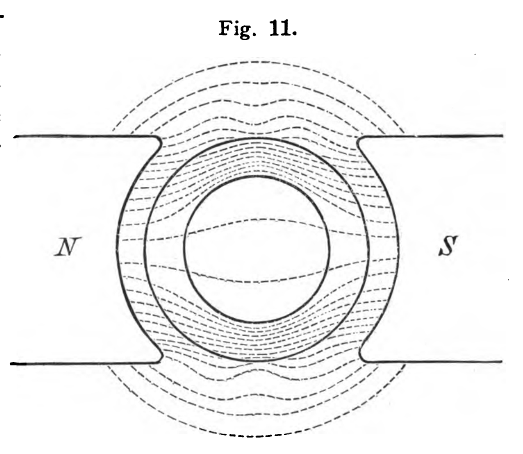


magnetische Feld sein, weil sich die einzelnen Kraftlinien nicht so im Raume zerstreuen. Will man ein sehr intensives magnetisches Feld erzeugen, so ordnet man mehrere magnetische Pole einander gegenüber an (Fig. 10). Es entsteht ein sogenanntes zusammengesetztes magnetisches Feld.

Der Verlauf der Kraftlinien ist jedoch nicht immer ein derartig regelmäßiger, weil dieselben jenen Körpern folgen, welche deren Durchgang den geringsten Widerstand entgegen-

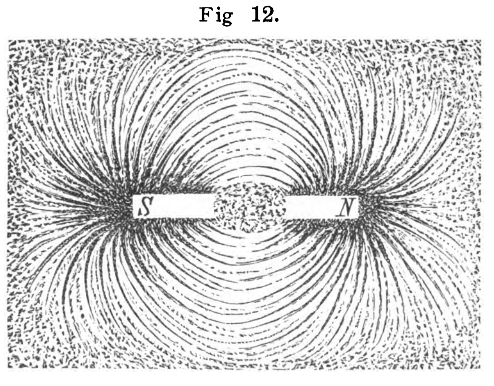
setzen. Wird demnach (Fig. 11) in das magnetische Feld ein Ring aus weichem Eisen gebracht, so durchsetzen die Kraftlinien das Eisen, welches dem Durchgange der Kraftlinien einen viel geringeren Widerstand entgegensetzt als die Luft, in großer Dichte und weichen von ihrer normalen Bahn ab. Das Eisen wird in diesem Falle durch Induction magnetisch und erklärt sich hieraus auch die Einwirkung eines Magnetes auf ein benachbartes Eisenstück in einfacher Weise, indem die Kraftlinien die einzelnen Elementarmagnete in die gleiche Richtung drehen und selbe parallel lagern.

Fig. 11.



Dass diese Kraftlinien den Raum durchsetzen, lässt sich durch ein einfaches Experiment nachweisen. Man legt auf einen Stabmagnet ein Stück Papier und schüttet auf selbes Eisenfeilspäne. Letztere werden sich in der Richtung der Kraftlinien (Fig. 12) ordnen und ein genaues Bild derselben erkennen lassen.

Fig 12.



Eine in ein magnetisches Feld gebrachte Magnetnadel, wird sich genau tangential zu der betreffenden Kraftlinie einstellen. (Fig. 9.)

§. 9. Die Erde ein Magnet.

Die Ursache, dass jeder stabförmige Magnet stets die Richtung von Norden nach Süden einzunehmen strebt, liegt darin, dass die Erde selbst ein Magnet ist und demnach auf den Stabmagnet wie jeder andere Magnet einwirkt. Da die magnetischen Pole der Erde mit dem Nord-, beziehungsweise Südpole der Erde fast nahezu übereinstimmen, wirken sie in der Richtung Nord—Süd auf den freibeweglichen Magnet ein und werden ihn in dieser Richtung drehen. Dieses Bestreben der Erde, jeden Stabmagnet in die Richtung Nord—Süd einzustellen, lässt sich auch durch die vom Nord- zum Südpole ausströmenden Kraftlinien der Erde erklären, welche den Magnet durchdringen und denselben, welcher, wenn frei aufgehängt, nur geringen Widerstand bietet, in die Richtung dieser Kraftlinien drehen.

Da gleichnamige Pole sich abstoßen, ungleichnamige sich hingegen anziehen, ist der Nordpol des Magnetes der Erde gegenüber als Südpol und der Südpol desselben der Erde gegenüber als Nordpol anzusehen.

Ein Beweis dafür, dass die Erde ein Magnet ist, liegt darin, dass ein in der genauen Richtung von Norden nach Süden aufgehängter Eisenstab durch Induction, wenn auch nur unbedeutend, magnetisch wird.

§. 10. Erzeugung künstlicher Magnete.

Durch die Erscheinung der magnetischen Induction (§. 6) ist ein Mittel gegeben, auf künstliche Weise Magnete zu erzeugen.

Zur Erregung des Magnetismus in einem Stahlstabe wird derselbe mit einem kräftigen Magnete gestrichen, indem man den Pol des Magnetes an die Mitte des zu magnetisierenden Stahlstabes ansetzt und denselben, gleichmäßig andrückend, langsam bis an das Ende streicht, in einem Bogen (punktierte Linie Fig. 13) zur Mitte zurückkehrt und diese Manipulation 20- bis 25-mal wiederholt. Hierauf streicht

man mit dem entgegengesetzten Pole des Magnetes die andere Hälfte des Stabes in ganz gleicher Weise.

Viel rascher als mit dieser Methode des *einfachen Striches* gelangt man durch den *Doppelstrich* an das Ziel. Hierbei wird der zu magnetisierende Stab gleichzeitig mit den entgegengesetzten Polen zweier gleich starker Magnete gestrichen, indem die beiden Magnete unter einem Winkel von circa 25° in der Mitte des Stahlstabes angesetzt und langsam gegen das Ende desselben geführt werden. Hierauf kehrt man in einem Bogen (punktierte Linie

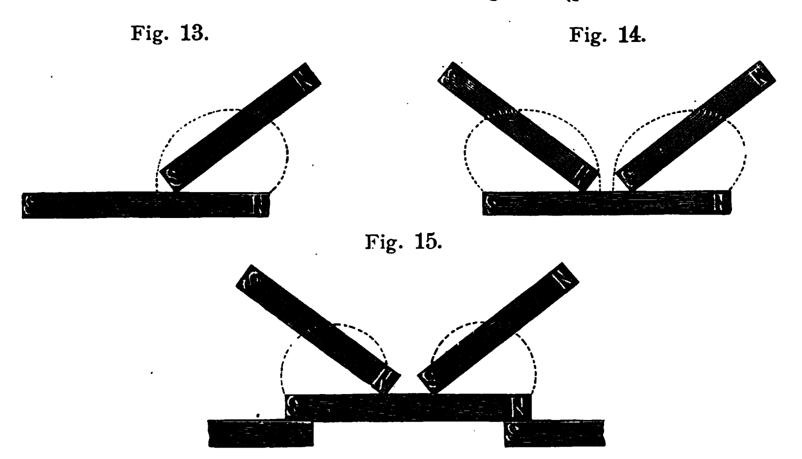


Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Fig. 14) in die Mitte zurück und wiederholt diese Manipulation so lange, bis der Stab hinreichenden Magnetismus angenommen hat. Besser ist es noch, wenn beim Doppelstrich der Stahlstab auf die entgegengesetzten Pole zweier Magnetstäbe aufgelegt wird (*Fig.* 15).

Durch die Einwirkung kräftiger elektrischer Ströme auf Stahlstäbe lassen sich, wie später noch klargelegt werden soll, sehr kräftige Magnete erzeugen.

§. 11. Anziehung und Tragkraft.

Die Stärke des Magnetismus eines Stahlstabes nimmt nur bis zu einer gewissen Grenze zu, über welche hinaus

das Streichen mit den kräftigsten Magneten ohne Einfluss bleibt. Man sagt von einem solchen Magnete, er sei mit Magnetismus gesättigt.

Die Stärke des Magnetismus eines Magnetes wird durch dessen Tragkraft gemessen. Unter Tragkraft versteht man das Vermögen desselben, Eisen, welches mit den Polenden des Magnetes in directe Berührung gebracht wird, in einer der Schwerkraft entgegengesetzten Richtung festzuhalten. Die Größe derselben wird direct durch das Gewicht des festgehaltenen Eisens ausgedrückt. Um die Tragkraft eines Magnetes zu erhöhen, wird demselben eine hufeisenförmige Gestalt gegeben (Fig. 16), weil hierbei die anziehende Kraft beider Pole ausgenützt werden kann.

Fig. 16.

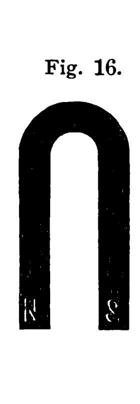
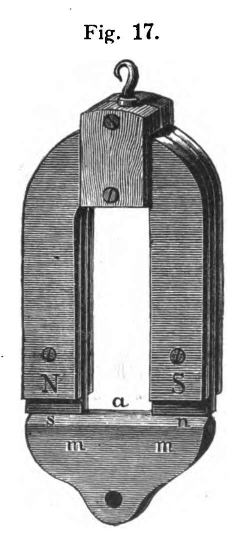


Fig. 17.



Wohl zu unterscheiden von der Tragkraft eines Magnetes ist dessen Anziehungskraft, unter welcher man dessen Einwirkung auf entfernt gelegene Eisenstücke versteht. Während die Tragkraft eines Magnetes eine constante Größe ist, wechselt die Anziehungskraft mit der größeren oder geringeren Entfernung des Eisenstückes. Für die Anziehungskraft gilt folgendes Gesetz: Die Stärke der Anziehung ist umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernungen. Dementsprechend wird ein Magnet, welcher beispielsweise auf 1 *cm* Entfernung noch 1 *kg* anzuziehen vermag, auf eine Entfernung von 2 *cm* bloß $^1/_4$ *kg*, auf 3 *cm* $^1/_9$ *kg*, auf 4 *cm* nur mehr $^1/_{16}$ *kg* etc. anzuziehen vermögen.

Das Abnehmen der Anziehungskraft mit zunehmender

Entfernung lässt sich aus den Kraftlinien, wenn man deren Verlauf verfolgt, leicht erklären. Die Kraftlinien, welche von den Polen dicht ausgehen, zerstreuen sich im Raume. Die Anzahl dieser Linien, bezogen auf den Querschnitt der Fläche, welche sie durchsetzen, wird also immer geringer, je weiter dieselbe von den Polen entfernt ist. Befindet sich also ein magnetisierbarer Körper weit von den Polen abstehend, so ist die Anzahl der Kraftlinien, welche denselben durchdringen, eine weitaus geringere, als wenn sich derselbe in unmittelbarer Nähe des Poles befindet. Er wird daher im gleichen Verhältnisse schwächer magnetisiert und daher mit bedeutend geringerer Kraft angezogen.

Um kräftigere Magnete zu erhalten, legt man auch mehrere Magnete mit ihren gleichen Polen aneinander und verbindet dieselben durch geeignet scheinende Mittel. Einen derart zusammengesetzten Magnet nennt man ein magnetisches Magazin (Fig. 17).

Damit die Tragkraft eines Magnetes auf stets gleicher Stärke erhalten bleibe, ist es von Vortheil, an die Pole desselben ein Stück weiches Eisen (Armatur oder Anker) anzulegen.

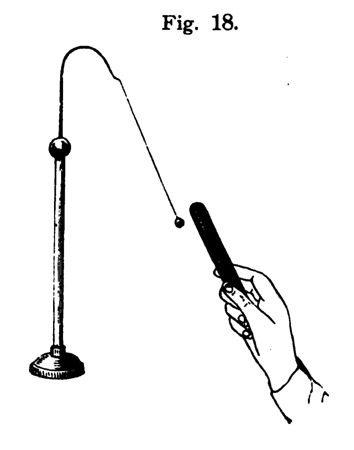
B. Die elektrischen Grunderscheinungen und ihre Gesetze.

§. 12. Der elektrische Zustand.

Feste Körper zeigen im gewöhnlichen Zustande durchaus nicht das Bestreben, leichte Körperchen, als: Papierschnitzel, Goldflitter, Pflanzenmarkkügelchen etc. anzuziehen und hierauf wieder abzustoßen. Reibt man aber beispielsweise eine Stange aus Glas, Siegellack oder Schwefel mit einem Wollentuch oder Seidenzeug, so erlangen diese Körper hierdurch sofort diese merkwürdige Eigenschaft. Man sagt von einem solchen Körper, er befindet sich im elektrischen Zustande und bezeichnet die Ursache dieser Erscheinung mit dem Ausdrucke »Elektricität«.

Um diese Erscheinung, welche unter gewissen Bedingungen fast an allen festen Körpern hervorgerufen werden kann, zu zeigen, denke man sich (Fig. 18) ein an einen Seidenfaden befestigtes Stück Holundermark an einem Stative so aufgehängt, dass es als Pendel frei schwingen kann.

Fig. 18.



Nähert man diesem Pendel eine auf die beschriebene Weise geriebene Glas- oder Harzstange, so wird dasselbe sofort lebhaft angezogen, nach einer kurzen Berührung mit der Stange aber wieder fortgeschleudert.

§. 13. Übergang der Elektricität auf andere Körper, gute und schlechte Leiter, Leitungswiderstand.

Die Elektricität zeigt das stete Bestreben, auf die umgebenden Körper überzugehen und sich auf denselben auszubreiten. Diesem Bestreben setzen die verschiedenen Stoffe jedoch ein ganz verschiedenartiges Verhalten entgegen. In den einen Stoff geht an der Berührungsstelle sehr leicht eine große Menge Elektricität über und verbreitet sich mit großer Schnelligkeit über die ganze Oberfläche des Körpers. Bei dem anderen Stoffe dagegen gehen an der Berührungsstelle nur sehr geringe Mengen Elektricität über, welche sich an der Oberfläche des Körpers zwar ebenfalls gleichmäßig, aber nur sehr langsam verbreiten.

Körper, welche dem Übergange der Elektricität und deren Ausbreitung nur ein ganz geringes Hindernis entgegensetzen, heißt man g u t e L e i t e r oder auch kurzweg L e i t e r der Elektricität, während jene Körper, welche dem Übergange der Elektricität und deren Ausbreitung einen großen Widerstand bieten, als s c h l e c h t e L e i t e r, N i c h t l e i t e r oder I s o l a t o r e n bezeichnet werden.

Absolute Nichtleiter, das sind solche Körper, welche dem Übergange und der Weiterverbreitung der Elektricität ein unüberwindliches Hindernis entgegensetzen, gibt es ebensowenig wie absolute Leiter, das heißt, solche Körper, welche dem Übergange und der Weiterverbreitung der Elektricität gar keinen Widerstand bieten.

Es setzt im Gegentheile jeder Körper dem Übergange der Elektricität auf denselben, sowie deren Weiterverbreitung über denselben einen ganz bestimmten Widerstand entgegen, welcher mit dem Ausdrucke Leitungswiderstand bezeichnet wird.

Die Größe dieses Widerstandes hängt, wie später gezeigt werden soll, von einer Reihe Factoren, in erster Linie aber von der Beschaffenheit des Materiales selbst ab.

Wenn man von Nichtleitern spricht, so ist man bei dem so großen Unterschiede in der Leitungsfähigkeit der Körper, von denen die einen die größten Quantitäten Elektricität fast im Augenblicke, die anderen dagegen in geraumer Zeit kaum messbare Spuren derselben durchlassen, in der Praxis zu dieser Annahme wohl berechtigt.

Mitunter spricht man wohl auch von Halbleitern, das heißt Körpern, welche weder zu den guten, noch zu den schlechten Elektricitätsleitern gerechnet werden können.

Als gute Leiter sind zu bezeichnen: Alle Metalle, Kohle, Graphit, Säuren, Salzlösungen, Regenwasser, feuchter Schnee und unter Umständen auch lebende Pflanzen und Thiere.

Als Halbleiter: Trockenes Holz, Horn, Papier, feuchte Luft.

Als Nichtleiter: Glas, Porzellan, Harze, Kautschuk, Wachs, Paraffin, Guttapercha, Ebonit, Schwefel, fette Öle, Elfenbein, Seide, trockene Luft.

§. 14. Isolierung.

Um einen guten Leiter in einen bleibend elektrischen Zustand versetzen und in demselben erhalten zu können, ist

es nothwendig, denselben vorher mit möglichst nichtleitenden Stoffen zu umgeben. Einen solchen Körper nennt man isoliert.

Die Isolation ist deshalb nothwendig, weil ein Körper die ihm mitgetheilte oder auf demselben etwa durch Reibung erzeugte Elektricität durch Berührung mit einem guten Leiter sofort wieder an diesen abgibt. Aus diesem Grunde kann eine in der Hand gehaltene Metallstange durch Reiben nicht elektrisch gemacht werden. Steckt man diese Metallstange jedoch auf einen Glasfuß und reibt sie mit dem Reibzeuge so, dass man selbe niemals mit der Hand berührt, so wird sie den gleichen elektrischen Zustand zeigen wie eine geriebene Glasstange.

§. 15. Positive und negative Elektricität.

Wird das Holundermarkkügelchen (Fig. 18) mit einer Glasstange, welche vorher mit Seidenzeug gerieben wurde, berührt, so wird es anfänglich angezogen, hierauf aber abgestoßen. Nähert man die Glasstange dem Kügelchen nach einer kurzen Weile abermals, so wird es nicht mehr angezogen, sondern bleibt abgestoßen. Reibt man hierauf eine Siegellackstange mit Wollenzeug und nähert selbe dem von der Glasstange abgestoßenen Pendelchen, so wird selbes sofort heftig angezogen, bleibt wieder ein Weilchen an derselben liegen, um dann ebenfalls abgestoßen zu werden. Nun wird dieses Pendelchen von der Glasstange wieder angezogen und abermals abgestoßen.

Es ergibt sich hieraus, dass zwischen den elektrischen Zuständen der Glas- und Siegellackstange ein Unterschied, ein gewisser Gegensatz besteht, welchen man dadurch charakterisiert, dass man im allgemeinen die Elektricität der Glasstange als positive (+), die der Harzstange als negative (—) Elektricität bezeichnet.

Durch die ursprüngliche Berührung des Pendelchens mit der Glasstange wurde ein Theil der positiven Elektricität auf selbes übertragen und von dem Augenblicke an verwandelte sich die Anziehung in eine Abstoßung. Das nun so

positiv geladene Pendelchen wird von der negativen Siegellackstange angezogen, und erst nachdem sich die positive Elektricität des Pendelchens mit der negativen der Siegellackstange ausgeglichen hat, wird ein Theil der negativen Elektricität auf dasselbe übertragen, wodurch wieder die Abstoßung erfolgt, dagegen wird es nunmehr wieder von der positiven Glasstange angezogen u. s. f. Man sieht hieraus, dass Körper, welche mit gleicher Elektricität geladen sind, sich gegenseitig abstoßen, dagegen mit ungleicher Elektricität geladene Körper sich anziehen, wodurch man, da die abstoßende und anziehende Wirkung nur in den gleichen oder verschiedenen elektrischen Zuständen der Körper gelegen ist, zu dem Fundamentalsatze der Elektricitätslehre gelangt: Gleiche Elektricitäten stoßen sich ab, ungleiche Elektricitäten ziehen sich an.

Bei jeder Art und Weise der Elektricitätserzeugung wird immer gleichzeitig positive und negative Elektricität erzeugt. Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man das Reibzeug des Glasstabes mit einem gläsernen Handgriffe isoliert und bei dem Reiben der Glasstange darauf achtet, dass das Seidenzeug nicht mit der Hand berührt wird. Nach dem Reiben zeigt das Reibzeug dem Holundermarkkügelchen gegenüber ganz genau dasselbe Verhalten, wie die mit Wollentuch geriebene Siegellackstange, deren Elektricität als negative (—) bezeichnet wurde. Wäre das Wollentuch isoliert gewesen, so würde es sich genau so wie die positive Glasstange verhalten.

§. 16. Elektrisiermaschine.

Zur Erzeugung von Elektricität in größeren Quantitäten, als dies durch Reibung von Glas- oder Harzstäben mit der Hand möglich ist, bedient man sich der Elektrisiermaschine, deren zweckmäßigste Form in Fig. 19 dargestellt erscheint. In das eigenthümlich geformte Bodenbrett derselben sind drei Glassäulen und eine Holzstütze eingesetzt. Durch die Holzstütze hindurch läuft eine Glasachse, an welcher eine Glas-

scheibe mittelst Holzmuttern befestigt ist. Diese Glasachse lagert an ihrem hinteren Ende in der mittleren der drei erwähnten Glassäulen und ist vor der Holzstütze mit einer Drehkurbel versehen. An die Glasscheibe pressen sich unten die sogenannten Reibkissen aus Leder, mit verlängertem Flügel aus Wachstaffet, welche letztere den Zweck haben, ein Ausströmen der erzeugten Elektricität zu verhindern. Vor der Scheibe, an einem längeren Glasfuße, befindet sich der Elektricitätssammler (Conductor) mit den Saugringen. Der Conductor selbst besteht aus einer hohlen Metallkugel. Die Saugringe, welche aus Holz sind, umgreifen die Glasscheibe und sind an ihrer Innenseite mit einer Reihe von Metallspitzen versehen, welche den Zweck haben, die freie Elektricität der Glasscheibe aufzusaugen und auf den Conductor überzuführen. Der große aufgesetzte Ring ist für das Verständnis des Apparates unwesentlich. Die Reibkissen stehen mit einem zweiten Conductor auf der kleinen Glassäule in Verbindung. Dreht man nun die Kurbel, so wird durch die Reibung der Glasscheibe an dem Reibzeug erstere positiv, letzteres negativ elektrisch. Will man nun positive Elektricität gewinnen, so muss man die negative Elektricität des Reibzeuges zur Erde ableiten, weil dieselbe sonst infolge der gegenseitigen Anziehung der ungleichen Elektricitäten die positive Elektricität der Glasscheibe festhalten und deren Abströmen auf den Conductor verhindern würde. Will man umgekehrt die negative Elektricität des Reibzeuges gewinnen, so muss man aus dem gleichen Grunde die positive Elektricität aus dem vordern hohen Conductor ebenfalls zur Erde ableiten.

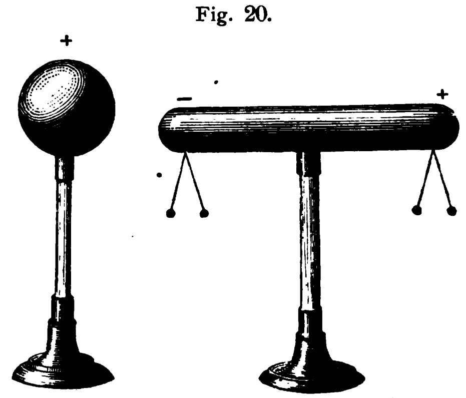
Fig. 19.



§. 17. Elektrischer Ausgleich. Elektrische Influenz.

Lädt man zwei isolierte Leiter, den einen mit positiver, den anderen mit negativer Elektricität und verbindet dieselben hierauf leitend miteinander, so wird nach der Verbindung die Elektricität entweder ganz oder theilweise verschwunden sein. Die beiden Elektricitäten heben sich in ihren Wirkungen gegenseitig auf und es werden die beiden Leiter, wenn solche mit gleich großen Quantitäten Elektricität geladen waren, nunmehr unelektrisch erscheinen. Waren die Quantitäten ungleich, so wird von der überschüssigen Elektricität

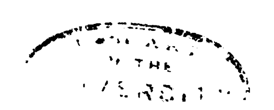
Fig. 20.



genau so viel unwirksam, als die Quantität der anderen Elektricität betragen hat.

Diese Eigenschaft der ungleichen Elektricitäten, sich zu vereinigen, sich in ihren Wirkungen gegenseitig aufzuheben, nennt man den elektrischen Ausgleich.

Nähert man einem isolierten nichtelektrischen Leiter (Fig. 20) einen elektrischen Körper, so wird der isolierte Leiter sofort elektrisch. Es häuft sich hierbei an dem Ende, welches dem elektrischen Körper zugewendet ist, die entgegengesetzte, am abgewandten Ende die gleiche Elektricität an, wie selbe der Körper besitzt. Sobald der elektrisierte Körper wieder entfernt wird, tritt in dem isolierten Körper wieder der nichtelektrische Zustand ein.



Um diese Erscheinung, welche mit dem Namen elektrische Vertheilung oder elektrische Influenz bezeichnet wird, erklären zu können, stellt man sich gewöhnlich vor, dass in jedem Körper beliebig große, aber einander stets gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität enthalten seien. Der Körper wird sich, da die gleichen Mengen positiver und negativer Elektricität sich gegenseitig in ihren Wirkungen aufheben, normal im nichtelektrischen Zustande befinden. Nähert man jedoch einem solchen Körper einen beispielsweise positiv geladenen Körper, so wird, da gleiche Elektricitäten sich anziehen, ungleiche sich abstoßen, der Gleichgewichtszustand aufgehoben. Die positive Elektricität des Körpers wird, wie Fig. 20 zeigt, abgestoßen und an das entgegengesetzte Ende getrieben, die negative Elektricität angezogen und sich an dem anderen Ende concentrieren. Leitet man die positive Elektricität durch Berührung mit dem Finger zur Erde ab, so bleibt der Körper auch nach der Entfernung des positiv geladenen Körpers negativ elektrisch geladen.

§. 18. Franklin'sche Tafel. Leydnerflasche.

Die Erscheinung der elektrischen Influenz benützt man zur Construction von Ansammlungs-Apparaten für die Elektricität.

Fig. 21 stellt die Franklin'sche Tafel dar. Dieselbe besteht aus einer auf einem Fußgestelle befestigten Glastafel, welche an beiden Seiten, jedoch so, dass die Ränder derselben frei bleiben, mit Zinnfolie (Stanniol) belegt ist. Verbindet man die eine Belegung mit einer Elektrisiermaschine, so wird sich dieselbe mit positiver Elektricität laden. Durch die Influenz wird in der anderen Belegung die positive Elektricität abgestoßen, die negative Elektricität angezogen. Leitet man nun die positive Elektricität dieser Belegung durch Berührung mit der Hand zur Erde ab, so bleibt diese Belegung negativ geladen. Da die negative Elektricität der einen Belegung von der positiven Elektricität der anderen Belegung angezogen und somit deren Wirkung gegenseitig aufgehoben wird, befindet sich der ganze

Apparat anscheinend im nicht elektrischen Zustande. Die

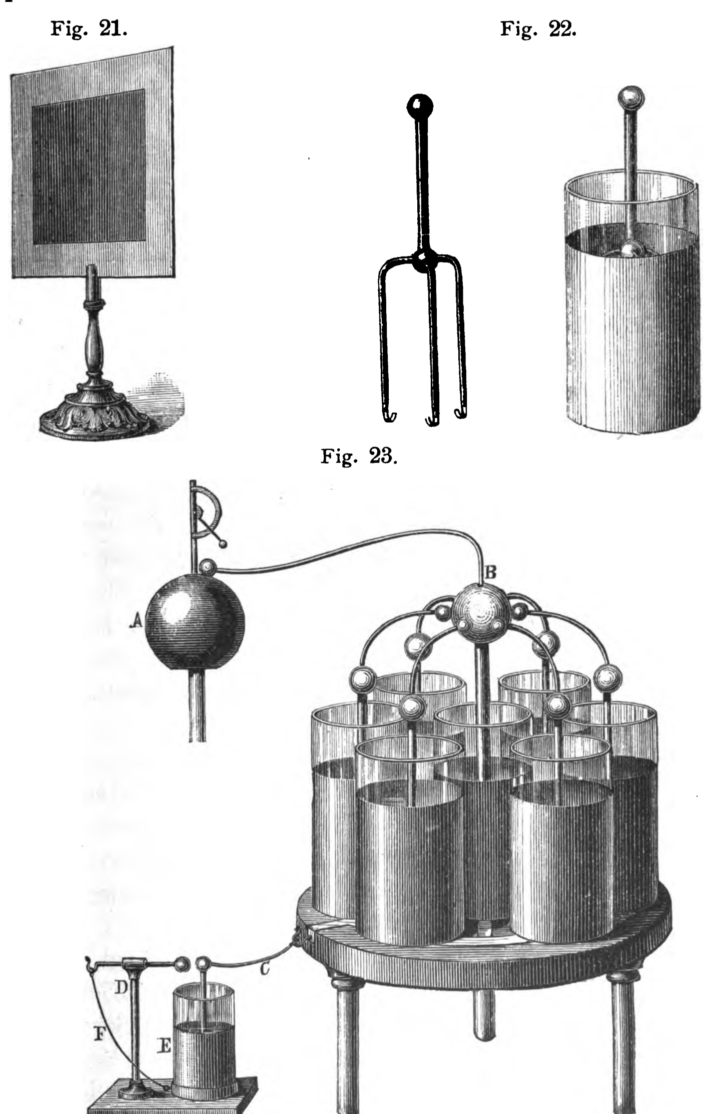


Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 23.

Glasplatte verhindert als Nichtleiter den Ausgleich der Elektri-

cität. Verbindet man jedoch die beiden Belegungen leitend miteinander, so wird ein heftiger Ausgleich stattfinden.

Die Leydnerflasche (Fig. 22) unterscheidet sich von der Franklin'schen Tafel nur in der äußeren Form, indem hier an Stelle der Glastafel ein cylindrisches Glasgefäß, das innen und außen bis auf einige Centimeter vom Rande mit Stanniol belegt ist, verwendet wird. Zur inneren Belegung führen ein oder mehrere Drähte mit einem gemeinsamen Metallknopfe. Zur Ladung wird dieser Knopf mit der Elektrisiermaschine, die äußere Belegung mit der Erde leitend verbunden.

Vereinigt man mehrere Leydnerflaschen in der Weise, dass die inneren Belegungen untereinander und die äußeren Belegungen gemeinsam mit der Erde leitend verbunden werden, so erhält man eine sogenannte Batterie von Leydnerflaschen (Fig. 23). Die Wirkung solcher Batterien, welche man nicht mit den galvanischen Batterien (§. 40) verwechseln darf, ist, da größere Quantitäten Elektricität angesammelt werden können, eine sehr kräftige. Der Ausgleich der Elektricitäten erfolgt schon bei Näherung der Verbindungen der Belegungen aneinander selbst durch die Luft, wobei starke Funken von der einen Leitung auf die andere Leitung überspringen.

§. 19. Der Condensator.

Wie schon die Leydnerflasche zeigt, lässt sich durch Vergrößerung der Oberfläche der Metallbelegungen, wie sich solche aus der Zusammenstellung mehrerer solcher Flaschen zu einer Batterie ergibt, bei entsprechender Ladung eine bedeutend kräftigere Wirkung erzielen.

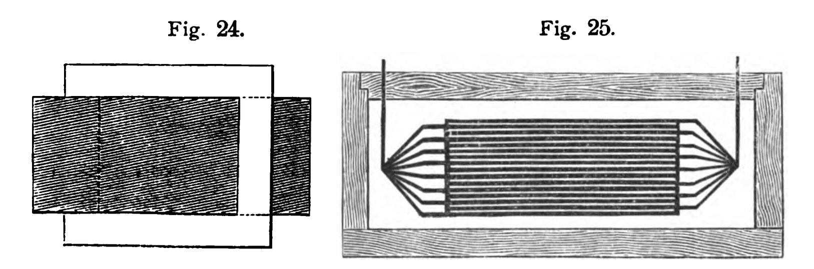
Die Ursache dieser kräftigeren Wirkung liegt aber nur darin, dass in dem vergrößerten Belege größere Elektricitätsmengen angesammelt werden können. Da die Elektricität das Bestreben hat, sich immer an der Oberfläche der Körper auszubreiten, ist für die Menge Elektricität, welche ein Körper in sich aufzunehmen vermag, nicht dessen kubischer Inhalt, sondern nur die Größe der Oberfläche desselben maßgebend.

Je näher ein elektrischer Körper einem nichtelektrischen gebracht wird, desto größer ist dessen Einwirkung durch die Influenz.

Will man daher größere Elektricitätsmengen ansammeln, so ist es nothwendig, die Oberflächen der metallischen Belegungen, für welche die Franklin'sche Tafel ein Beispiel bietet, möglichst groß, und die dieselben trennende und nichtleitende Zwischenwand (das Diaphragma) möglichst dünn zu machen.

Man nimmt zu diesem Zwecke dünnes und gut gefirnisstes oder parafiniertes Papier und beklebt es auf beiden Seiten mit Zinnfolie (Stanniol) in der Weise, dass (Fig. 24) auf jeder Seite drei Ränder des Papieres frei bleiben, über den vierten

Fig. 24. Fig. 25.



Rand desselben jedoch ein Stück der Folie hervorragt. Da die Belege sich nicht berühren dürfen, ragt die Folie des oberen Beleges beispielsweise nach rechts, die des unteren Beleges nach links hervor.

Eine Reihe solcher Blätter wird nun so übereinander geschichtet, dass zwischen je zwei solcher Blätter eine isolierende Zwischenlage gelegt wird. Hierauf werden die hervorragenden Zinnfolien je einer Seite zusammengedrückt und mit einem Stück Draht leitend verbunden. Die auf diese Weise zusammengeschichteten und verbundenen Blätter werden in einen wohlverpichten Holzkasten eingesetzt und sodann der ganze leer bleibende Raum mit Paraffin vergossen. Hierauf wird der Kasten mit einem wohlpassenden Deckel, aus welchem nur die beiden Drähte hervorragen, verschlossen und die Fugen abermals verpicht.

Ein auf diese Art zusammengestellter Apparat heißt Condensator. Die Art und Weise der Zusammenstellung ist aus der schematischen Fig. 25 zu erkennen. Die dicken Striche stellen hierbei die metallischen Belege, die Zwischenräume zwischen selben die Diaphragmen vor.

Die Menge Elektricität, welche ein Condensator bis zur vollen Sättigung in sich aufzunehmen vermag, nennt man dessen Capacität. Die Capacität hängt, wie bereits erörtert, von der Größe der Oberfläche und auch von der Beschaffenheit der Belege ab. Um eine große Capacität zu erzielen, muss daher eine große Anzahl solch einzelner Blätter zu einem Condensator vereinigt werden.

C. Der elektrische Strom.

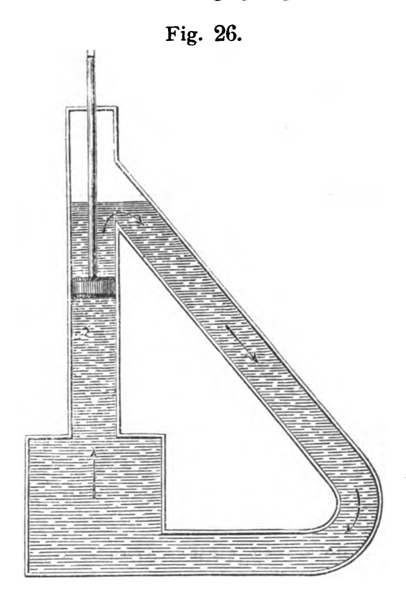
§. 20. Ausgleich der Elektricität in einem Leiter.

Werden die beiden Conductoren der Elektrisiermaschine, deren einer die positive Elektricität der Glasscheibe, der andere die negative Elektricität des Reibzeuges aufnimmt, durch einen Draht leitend miteinander verbunden und die Elektrisiermaschine fortwährend gedreht, das heißt fortwährend positive und negative Elektricität erzeugt, so wird in dem Leiter ein constantes Entgegenströmen der verschiedenen Elektricitäten stattfinden und dieselben sich in dem Leiter ausgleichen. Dieser fortwährende und ununterbrochene Ausgleich ist es, welcher mit dem Namen: der elektrische Strom bezeichnet wird.

Es lässt sich von diesem fortwährenden Ausgleiche durch einen Vergleich leicht eine Vorstellung gewinnen. Denkt man sich ein Wasserreservoir (Fig. 26), aus welchem fortwährend Wasser gepumpt wird, welches durch eine zweite Röhre stets wieder in das Reservoir zurückkehrt, so wird in dem ganzen Röhrennetze, so lange gepumpt wird, ein continuierlicher Wasserstrom in der Richtung der Pfeile circulieren. Das gehobene Wasser wird stets trachten, die durch das Pumpen

entstandenen Höhenunterschiede auszugleichen, kann aber so lange nicht in den Ruhezustand gelangen, als das Pumpwerk das Wasser fortwährend hebt und sonach im entgegengesetzten Sinne wirkt, wie das in das Reservoir rückströmende Wasser. Setzt man nun an Stelle des Pumpwerkes den Elektricitätserzeuger, an Stelle des Röhrennetzes den leitenden Draht und an Stelle des Höhenunterschiedes positive und negative Elektricität, so wird sich ganz in derselben Weise, wie der Ausgleich der Höhenunterschiede, der Ausgleich der Elektricitäten erklären. Die Elektricität wird so lange nicht in den Ruhezustand gelangen, als der Elektricitätserzeuger fortwährend positive und negative Elektricität erzeugt, beziehungsweise die sich bindenden Elektricitätsmengen entgegengesetzter Art stets wieder trennt.

Fig. 26.



§. 21. Die galvanischen Elemente.

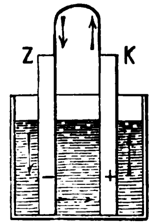
Die Elektrisiermaschine vermag jedoch nur so geringe Quantitäten Elektricität zu erzeugen, dass selbe keinen constanten elektrischen Strom liefern kann. Um daher einen kräftigen constanten Strom zu erhalten, bedarf es einer anderen Elektricitätsquelle, welche die erforderlichen Mengen Elektricität zu liefern imstande ist.

In den galvanischen Elementen ist nun eine solche Quelle gegeben, welche, abgesehen von später zu erwähnenden Vorrichtungen, für die elektrische Telegraphie und Signalisierung praktisch verwertet werden kann.

Taucht man in ein mit angesäuertem Wasser gefülltes

Glasgefäß (Fig. 27) gleichzeitig einen Zink- und einen Kupferstreifen in der Weise ein, dass sich die beiden Stäbchen nicht berühren, so wird im Zinkstreifen negative, im Kupferstreifen positive Elektricität frei. Verbindet man die aus der Flüssigkeit hervorragenden Theile dieser Streifen leitend miteinander, so wird durch diese Verbindung der Ausgleich der getrennten Elektricitäten stattfinden, und zwar in der Weise, dass die positive Elektricität des Kupfers durch den Leiter in der Richtung der Pfeile zur negativen Elektricität des Zinkes strömt.

Fig. 27.



Innerhalb der Flüssigkeit wird aber, sobald der Ausgleich der Elektricität durch den äußeren Leiter stattfindet, sofort wieder neue Elektricität frei, wobei die positive Elektricität vom Zinke an das Kupfer geht und sich von da gesetzmäßig über den äußeren Leiter mit der negativen Elektricität des Zinkes ausgleicht.

Die Elektricitätserzeugung wird daher mit dem Ausgleiche der Elektricitäten gleichen Schritt halten und es wird das entstehen, was man einen constanten elektrischen Strom nennt.

Eine derartige Vorrichtung ist nun ein galvanisches Element, und zwar in der primitiven Form, wie selbes von dem Erfinder desselben anfänglich construiert wurde.

§. 22. Spannungsreihe.

Setzt man statt der Zink- und Kupferstreifen zwei Streifen anderer verschiedenartiger Metalle, beispielsweise Blei und Gold, in die Flüssigkeit des Elementes, so trennen sich die beiden Elektricitäten im Inneren des Elementes ebenfalls und es entsteht, wenn man das Gold und das Blei außerhalb der Flüssigkeit durch einen Leiter verbindet, ebenfalls ein elektrischer Ausgleich. Allein derselbe wird viel schwächer sein, als wenn Zink und Kupfer verwendet würden, weil sich im gleichen Zeitraume viel geringere Quantitäten Elektricität an diesen Streifen ausscheiden. Bei Blei und Gold sammelt sich die negative Elektricität am Blei, die positive Elektricität am Gold

an und erfolgt der elektrische Ausgleich außerhalb der Flüssigkeit vom Gold zum Blei. Bei Verwendung von Kupfer und Gold entsteht ebenfalls ein elektrischer Strom, der jedoch schwächer ist, als wenn Zink und Kupfer angewendet werden. Der Strom geht jedoch nicht, wie bei Zink und Kupfer, vom Kupfer aus, sondern strömt vom Gold zum Kupfer. Es sammelt sich nämlich im Inneren des Elementes in diesem Falle die negative Elektricität am Kupfer, die positive Elektricität hingegen am Golde an. Bei Verwendung von Gold und Platin würde sich die negative Elektricität am Golde, die positive Elektricität am Platin ansammeln und der elektrische Strom vom Platin zum Golde verlaufen.

Hieraus ist zu ersehen, dass die stromerregende Kraft eines Elementes von dem Stoffe der verwendeten verschiedenartigen Metallstreifen mit abhängig ist, und dass sich ein bestimmtes Metall verschiedenen anderen Metallen gegenüber verschiedenartig verhält, indem sich in selbem einmal die positive, das anderemal die negative Elektricität ansammelt. Jedes bestimmte Metall zeigt jedoch jedem bestimmten anderen Metalle gegenüber stets das gleiche Verhalten.

Stellt man nun auf Grund der durchgeführten Versuche die verschiedenen Metalle und sonstigen Körper, welche gleichfalls das Vermögen besitzen, unter denselben Verhältnissen Strom zu erzeugen, in eine solche Reihe zusammen, dass jeder linksstehend bezeichnete Körper gegenüber jedem rechtsstehenden Körper, wenn er mit selbem zu einem Elemente zusammengestellt würde, die negative Elektricität ansammelt, so erhält man die sogenannte Spannungsreihe. Diese ist unter Hinweglassung der minder wichtigen Metalle und sonstigen Körper folgende:

»Wasserstoff, Zink, Cadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle.«

Aus dieser Reihe ist zweierlei zu ersehen, und zwar: An welchem von zwei beliebig gewählten, zu einem Elemente zusammengestellten Körpern sich die negative und an welchem

die positive Elektricität sich ansammelt, und welche Körper die größere stromerregende Kraft haben, da sich an jedem linksstehenden Körper die negative und an jedem rechtsstehenden Körper die positive Elektricität ansammelt und die stromerregende Kraft in dem Maße wächst, je weiter diese Körper in der Reihe auseinanderstehen.

So haben Wasserstoff und Kohle die größte stromerregende Kraft und sammelt sich am Wasserstoff die negative, an der Kohle die positive Elektricität an.

Zwei Körper nebeneinander, wie beispielsweise Zinn und Blei, zeigen geringe stromerregende Kraft und sammelt hier Zinn die negative, Blei die positive Elektricität an.

§. 23. Elektroden.

Die beiden Körper, durch deren Gegenüberstellung in einem galvanischen Elemente Elektricität erzeugt wird, nennt man die Elektroden und bezeichnet hierbei denjenigen Körper, an welchem sich die positive Elektricität ansammelt, als elektronegative oder auch kurzweg als negative Elektrode oder auch Anode, jenen Körper, an welchem sich dagegen die negative Elektricität ansammelt, als die elektropositive oder positive Elektrode, bezw. Kathode.

Nach vorstehendem Beispiel ist im ersten Falle Wasserstoff die Kathode und Kohle die Anode, im zweiten Falle Zinn die positive Elektrode oder Kathode, Blei dagegen die negative Elektrode oder Anode.

§. 24. Positiver und negativer Pol.

Die beiden außerhalb der Flüssigkeit eines galvanischen Elementes stehenden Theile der Elektroden, insbesondere aber jene Theile, welche zur Herstellung der Leitungsverbindung dienen, werden die Pole des Elementes genannt. Und zwar wird der hervorstehende Theil der elektronegativen Elektrode als positiver, jener der elektropositiven Elektrode als negativer Pol bezeichnet.

Da man häufig die Elektroden selbst direct als die Pole des Elementes bezeichnet, so wird beispielsweise bei einem Zink—Kupfer-Elemente die elektronegative Elektrode, das Kupfer, den positiven, die elektropositive Elektrode, das Zink, den negativen Pol des Elementes bilden.

§. 25. Richtung des elektrischen Stromes.

Man nimmt an, dass sich bei dem elektrischen Ausgleiche nur die positive Elektricität bewege, und zwar außerhalb des Elementes, von dem positiven Pol durch die leitende Verbindung zu dem negativen Pole, innerhalb der Flüssigkeit vom negativen Pole oder der elektropositiven Elektrode (Anode) zum positiven Pole oder der elektronegativen Elektrode (Kathode) (Fig. 27 durch Pfeile angedeutet).

§. 26. Ursache der Wirkung der galvanischen Elemente.

Die Erzeugung von Elektricität im galvanischen Elemente lässt sich nur auf rein chemische Wirkungen zurückführen. Es wickelt sich in diesen Elementen ein fortdauernder chemischer Process in der Weise ab, dass sich stets eine der beiden Elektroden, und zwar immer diejenige, an welcher sich die negative Elektricität ansammelt, in der Flüssigkeit auflöst. Sie geht hierbei mit der Säure der Flüssigkeit, unter gleichzeitiger Zersetzung des Wassers in seine Bestandtheile, eine chemische Verbindung ein. Die Erzeugung von Elektricität in dem Elemente hört mit dem Stillstande des chemischen Processes sofort auf und kann daher ein solches Element nur so lange wirksam bleiben, als noch lösbares Metall und freie Säure in dem Elemente vorhanden ist, weil nur dann der chemische Process seinen ungestörten Fortgang nehmen kann.

Die in der Flüssigkeit sich lösende elektropositive Elektrode (Anode) wird auch die Lösungs-Elektrode genannt.

§. 27. Polarisation.

Lässt man ein galvanisches Element mit nur einer Säure längere Zeit in Wirksamkeit, so zeigt sich trotzdem, dass noch

lösbares Metall und freie Säure vorhanden ist, eine stetige Abnahme der stromerregenden Kraft. Dieselbe kann unter ungünstigen Umständen selbst bis auf Null herabsinken. Diese Erscheinung, welche mit dem Namen »elektrische Polarisation« belegt wird, findet ihre Erklärung in den chemischen Vorgängen, welche sich im Inneren des Elementes abspielen. Bei Lösung der positiven Elektrode, welche unter allen Umständen ein Metall ist, wird stets gleichzeitig Wasser in seine Grundstoffe: Wasserstoff und Sauerstoff, zerlegt. Der Sauerstoff geht an das Lösungsmetall, verbindet sich mit demselben zu einem Metalloxyde, welch letzteres mit der freien Säure ein Metallsalz bildet. Der Wasserstoff setzt sich hingegen an die elektronegative Elektrode an und wirkt nun als elektropositivster Körper (§. 22) dem Lösungsmetalle gegenüber als positive Elektrode und bildet mit demselben ein galvanisches Element, dessen Wirkung jedoch der Wirkung der gewählten Elektroden entgegengesetzt ist und dieselbe theilweise oder gänzlich aufhebt.

§. 28. Constante und inconstante Elemente.

Elemente, welche durch Polarisation in ihrer stromerregenden Kraft geschwächt werden und daher bei längerer Wirksamkeit keinen stets gleich starken Strom liefern, nennt man inconstante Elemente. Für viele Zwecke des praktischen Bedarfes sind solche Elemente gar nicht zu verwenden und müssen daher Elemente gebraucht werden, bei welchen die schädliche Wirkung der Polarisation beseitigt ist und welche somit einen stets gleich starken Strom geben. Solche Elemente heißt man constante Elemente.

§. 29. Elektromotorische Kraft.

Bei den galvanischen Elementen sammelt sich in den beiden Elektroden positive und negative Elektricität an. Je größere Mengen von Elektricität sich in jeder der beiden Elektroden, auf die Raumeinheit bezogen, ansammeln, also je dichter die Anhäufung der Elektricität ist, desto größer wird

das Streben der beiden Elektricitäten sein, sich wieder zu vereinigen.

Die Ursache dieser Erscheinung ist eine Kraft, welche bestrebt ist, an der einen Elektrode positive, an der anderen Elektrode negative Elektricität anzusammeln, und zwar bis die Elektricität an jeder Elektrode einen bestimmten Druck auf ihre Umgebung ausübt, welche man Spannung nennt. Die Kraft, infolge welcher an beiden Elektroden des Elementes, sei es im offenen oder im geschlossenen Zustande, diese elektrischen Spannungen auftreten, nennt man die elektromotorische Kraft.

Der Druck, welchen die an den Enden der Elektroden angesammelten Elektricitätsquantitäten auf die Umgebung ausüben, um sich gegenseitig auszugleichen, wird, da derselbe theils im positiven, theils im negativen Sinne aufzufassen ist, numerisch verschiedene Werte haben. Die Differenz dieser beiden Werte ist die Spannungsdifferenz und wird häufig auch als Klemmenspannung bezeichnet.

Die elektromotorische Kraft oder die elektrische Erregung wird daher umso größer sein, je heftiger die Elektricität in die beiden Pole des Elektricitätserzeugers hineingepresst wird. Da nun bei den galvanischen Elementen die Elektricität erregende Kraft nur auf chemische Wirkungen rückzuführen ist, wird die Größe der elektromotorischen Kraft nur von der größeren oder geringeren chemischen Verwandtschaft der verwendeten Stoffe abhängen.

Hieraus erklärt sich auch, dass die Größe der Elektroden auf die elektromotorische Kraft des Elementes keinen Einfluss üben kann. Allerdings wird die Quantität der Elektricität, welche sich in den größeren Elektroden aufzuspeichern vermag, eine größere sein, als bei kleineren Elektroden. Die Dichte oder Spannung der Elektricität, das heißt die Quantität, welche sich in gleichen Raumtheilen der Elektroden ansammelt, ist aber unter sonst gleichen Bedingungen ganz die gleiche und wird somit auch die elektromotorische Kraft, welche ja nur von der Dichte abhängt, dieselbe bleiben.

§. 30. Reibungs- und galvanische Elektricität.

Zwischen der mit der Elektrisiermaschine und der mit den galvanischen Elementen erzeugten Elektricität besteht insoferne ein großer Unterschied, als mit der ersteren Wirkungen erzielt werden können, welche mit den galvanischen Elementen nur schwer zu erreichen sind. So kann man mit der Elektricität des positiven Conductors der Elektrisiermaschine Funken von beträchtlicher Länge erzielen, welche unter Umständen Metalle zu schmelzen und Glasplatten zu durchlöchern vermögen.

Dieser Unterschied hat dazu geführt, die Elektricität, je nachdem selbe durch Reibung oder durch chemische Wirkung erzeugt wird, speciell als Reibungs- und als galvanische Elektricität zu bezeichnen.

Die Annahme, dass diese beiden Elektricitäten ihrer Wesenheit nach voneinander verschieden sind, wäre jedoch unberechtigt. Es lässt sich der Unterschied in den Wirkungen dadurch leicht erklären, dass bei der Reibung in die Conductoren verhältnismäßig bedeutende Quantitäten Elektricität mit großer Kraft hineingepresst werden, dieselbe sich daher in denselben verdichtet und eine große Spannung annimmt. Nähert man einem so geladenen Conductor einen nicht elektrischen oder entgegengesetzt elektrischen Körper, auf dem somit die Spannung gleich Null oder entgegengesetzt ist, so wird das Ausgleichsstreben, welches von der Größe der Spannung abhängt, solche Dimensionen annehmen, dass die Elektricität beim Übergang auf diesen Körper die erwähnten Wirkungen hervorbringt. Im galvanischen Elemente hört jedoch die Nachpressung, beziehungsweise die Erzeugung der Elektricität, sofort auf, nachdem dieselbe eine gewisse, von der Energie der chemischen Wirkung abhängige Spannung erreicht hat; wird jedoch der Elektricität ein Weg zum Ausgleich geboten, so findet diese Nachpressung sofort wieder statt und es können daher große Quantitäten Elektricität von geringer Dichte erzeugt werden. Ist bei der Elektrisiermaschine eine Entladung erfolgt, so bedarf es immer einer geraumen Zeit der Arbeit, ehe in die

Conductoren wieder so viel Elektricität eingepresst ist, dass die gleichen Wirkungen wie früher erzielt werden können.

Der Unterschied zwischen der durch die verschiedenen Vorrichtungen erzeugten Elektricität liegt also nur in deren Spannung und Quantität. Die Elektrisiermaschine liefert nur geringe Quantitäten Elektricität von hoher Spannung, die galvanischen Elemente dagegen große Quantitäten Elektricität von geringer Spannung.

§. 31. Stromstärke oder Intensität.

Unter Stromstärke oder Intensität versteht man diejenige Menge Elektricität, welche den Querschnitt eines Leiters in der Zeiteinheit durchfließt.

Die Stromstärke ist demnach von zwei Factoren abhängig:

a) Von der Größe der elektromotorischen Kraft (§. 29), welche als jene Kraft zu betrachten ist, durch welche die Elektricität in den Leiter hineingepresst wird. Je größer diese Kraft, desto größer ist die Quantität Elektricität, welche den Querschnitt des Leiters in der Zeiteinheit durchfließen wird, desto größer also auch die Stromstärke.

b) Von dem Widerstande, welchen der Leiter dem Durchgange der Elektricität entgegensetzt und welchen wir bereits als Leitungswiderstand (§. 13) kennen gelernt haben. Je größer der Widerstand, also je größer das Hindernis, welches dem Durchgange der Elektricität entgegengesetzt wird, desto geringer die Stromstärke.

Zur Klarlegung dieser gegenseitigen Beziehungen ist ein Vergleich mit einer in einem Reservoire befindlichen Wassermenge, welche durch ein Rohr abfließen soll, sehr nützlich. Je höher das Wasser in dem Reservoire steht, desto größer ist der Druck, den selbes ausübt, und wird infolge dessen aus dem Rohre mehr Wasser ausfließen. Je enger das Rohr ist, desto größere Hindernisse setzt es dem Durchgange des Wassers entgegen. Es ist nun leicht einzusehen, dass durch ein enges Rohr in der Zeiteinheit dieselbe Wassermenge durch-

fließen kann wie durch ein weites Rohr, wenn der Druck, mit welchem es durchgepresst wird, im gleichen Verhältnisse größer wird, wie sich die Durchmesser der beiden Rohre zueinander verhalten.

§. 32. Ohm'sches Gesetz.

Zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und Leitungswiderstand besteht eine ganz einfache Beziehung, welche in dem Ohm'schen Gesetze ihren Ausdruck findet. Dasselbe lautet: »Die Stromstärke ist der elektromotorischen Kraft direct und dem Leitungswiderstande indirect proportional.«

Dasselbe lässt sich durch die einfache Formel

$$\text{Stromstärke oder Intensität} = \frac{\text{Elektromotorischer Kraft}}{\text{Leitungswiderstand}}$$

oder abgekürzt

$$S \text{ oder } J = \frac{E}{W}$$

zum Ausdruck bringen.

Sind zwei dieser drei Größen bekannt, so lässt sich die dritte aus dieser Formel leicht berechnen.

So lässt sich, wenn die Stromstärke J und der Widerstand W bekannt sind, die elektromotorische Kraft E aus der Formel $E = J\ W$, und der Widerstand W, wenn E und J bekannt sind, aus der Formel $W = \frac{E}{J}$ berechnen.

§. 33. Abhängigkeit des Leitungswiderstandes.

Der Leitungswiderstand eines Körpers hängt von mehreren Factoren ab:

a) Von dem specifischen Leitungswiderstande. Je nach der Natur des Körpers ist der Leitungswiderstand desselben ein sehr verschiedener. Der Widerstand eines Körpers von der Länge 1 und dem Querschnitte 1 wird dessen specifischer Leitungswiderstand genannt. In der Praxis versteht man unter dem specifi-

schen Widerstand eines Materiales nicht den eben besprochenen Widerstand eines Würfels, sondern den Widerstand eines Drahtes von der Länge eines Meters und vom Querschnitte eines Quadratmillimeters. Derselbe schwankt bei verschiedenen Materialen zwischen ungeheueren Grenzen.

b) Von der Länge und dem Querschnitte des Körpers. Je größer der Querschnitt, je geringer die Länge, desto kleiner der Widerstand; je kleiner der Querschnitt, je länger der Körper, desto größer der Widerstand. Er ist direct proportional der Länge und indirect proportional dem Querschnitte des Körpers. Zur Berechnung des Widerstandes dient folgende Formel:

$$W = S \frac{L}{Q}$$

wobei W den Widerstand, S den specifischen Leitungswiderstand, L die Länge und Q den Querschnitt des Körpers in mm^2 bezeichnet.

c) Von der Temperatur. Bei erhöhten Temperaturen erhöht sich der Widerstand in metallischen Körpern und vermindert sich bei nicht metallischen Körpern. Das Umgekehrte tritt bei Sinken der Temperatur ein.

Im allgemeinen wird der Widerstand guter Leiter durch die Temperatur unwesentlich, dagegen jener von isolierenden Substanzen in hohem Grade beeinflusst.

§. 34. Widerstand der Elemente.

Ebenso wie alle anderen Körper, setzen auch die Elektroden und die Flüssigkeitssäulen der Elemente dem Durchgange der Elektricität einen nicht unbedeutenden Widerstand entgegen, welcher bei Anlage von elektrischen Einrichtungen wohl in Betracht gezogen werden muss.

Dieser Widerstand wird als innerer Widerstand bezeichnet.

§. 35. Elektrische Maßeinheiten.

Sowohl der Leitungswiderstand, die elektromotorische Kraft, als auch die Stromstärke, können mit geeigneten Instrumenten gemessen werden.

Da jede Messung jedoch nur auf einem Vergleiche mit einer angenommenen Einheit beruht, mussten auch, um für diese Größen einen Ausdruck gewinnen zu können, für dieselben Maßeinheiten gewählt werden.

Die gewählten Einheiten sind:

1. Für den Leitungswiderstand: das Ohm (Ω). Das ist der Widerstand, welchen eine Quecksilbersäule von 106·3 *cm* Länge, 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei einer Temperatur von 0° Celsius dem Durchgange eines unveränderlichen Stromes entgegensetzt.

2. Für die elektromotorische Kraft: das Volt (*V*). Das ist jene elektromotorische Kraft, die in einem Ohm den Strom eines Ampère erzeugt und welches für die Praxis hinreichend genau durch die zwischen den Elektroden eines Clark'schen Normalelementes bei einer Temperatur von 13° Celsius auftretende elektromotorische Kraft, welche 1·434 Volt entspricht, bestimmt wird.

3. Für die Stromstärke: das Ampère (*A*). Das ist die Stromstärke, welche durch die elektromotorische Kraft von 1 Volt bei dem Durchgange in einem Leiter von 1 Ohm Widerstand erzeugt und für die Praxis hinreichend genau durch einen unveränderlichen Strom dargestellt wird, welcher in einer wässerigen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd 0,001118 Gramm Silber in einer Secunde niederschlägt.

Außer diesen Maßen kommen noch andere Maße zur praktischen Anwendung, von welchen nur das Maß für die Arbeitsleistung des elektrischen Stromes, das Watt (*W*), und die daraus abgeleiteten Maße Erwähnung finden sollen. Die Arbeitsleistung des elektrischen Stromes wird durch das Product Elektromotorische Kraft × Stromstärke dargestellt und ist das Maß hiefür die Arbeit, welche von 1 Volt × 1 Ampère

in der Secunde geleistet wird. Dieses Product aus 1 Volt × 1 Ampère (*VA*) ist das Watt (*W*). 736 Watt entsprechen 1 Pferdestärke in der Secunde. Da für größere, vom elektrischen Strom geleistete Arbeiten das Maß von 1 Watt zu klein ist, so wählt man für praktische Zwecke die hundertfache, bezw. die tausendfache Größe, das Hektowatt (*HW*) und das Kilowatt (*KW*). Um die in einer gewissen Zeit geleistete Arbeit zu messen, wählte man als Einheit die Watt-, bezw. die Hekto- und Kilowattstunde, das ist die Arbeit, die von 1 Watt, 1 Hektowatt, bezw. 1 Kilowatt in der Stunde gleich 3600 Secunden geleistet wird.

Die den einzelnen Maßen in Klammern beigesetzten Buchstaben bezeichnen die für dieselben gewählten Abkürzungen oder symbolischen Zeichen.

Die Stärke der im Telegraphenbetriebe verwendeten elektrischen Ströme ist bedeutend geringer als 1 Ampère und misst man dieselbe daher aus praktischen Gründen nach Tausendsteln von Ampère und bezeichnet selbe als Milliampère. Die Stärke der gewöhnlichen Telegraphierströme schwankt zwischen 5—30 Milliampère.

§. 36. Stromkreis.

Damit bei einem galvanischen Elemente ein continuierlicher elektrischer Ausgleich stattfinden oder, wie man sagt, ein continuierlicher Strom circulieren kann, ist es nothwendig, dass die beiden Pole des Elementes durch einen leitenden Körper verbunden werden. Hierdurch ist aber die leitende Verbindung sowohl innerhalb als auch außerhalb des Elementes hergestellt, und da angenommen wird, dass der Strom stets wieder zu seinem Ausgangspunkte zurückkehrt, so ist man berechtigt, von einem Stromkreise zu sprechen.

Man sagt, wenn die leitende Verbindung zwischen den beiden Elektroden sowohl inner- als außerhalb der Flüssigkeit hergestellt ist: der Stromkreis ist geschlossen, im entgegengesetzten Falle: der Stromkreis ist unterbrochen.

Man halte sich daher stets vor Augen, dass

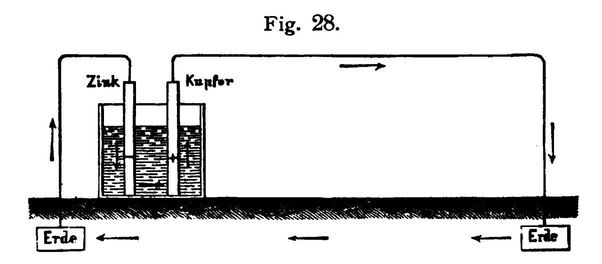
eine Stromcirculation nur bei geschlossenem Stromkreise stattfinden kann.

Da angenommen wird, dass nur die positive Elektricität in Bewegung sei, lässt sich die Bewegung der Elektricität im geschlossenen Stromkreise, wie dies in Fig. 27 durch die Pfeile angedeutet ist, darstellen, wobei man sich die Elektricität stets als vom positiven Pole ausgehend zu denken hat.

§. 37. Die Erde als Leiter.

Verbindet man jeden der beiden Pole eines galvanischen Elementes (Fig. 28) durch einen Leiter direct mit der Erde, so zeigt es sich, dass in beiden Leitern ein elektrischer Strom

Fig. 28.



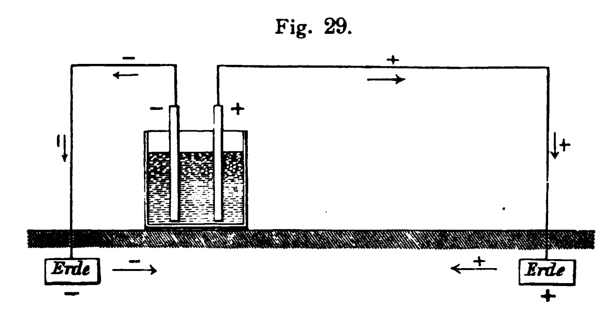
circuliert. Es bildet also die Erde eine leitende Verbindung zwischen den Polen des Elementes, beziehungsweise den von denselben abgehenden Leitern, und vermag das zur Herstellung eines geschlossenen Stromkreises sonst erforderliche Leitungsstück vollkommen zu ersetzen. Da die Erde als Leiter von ungeheurem Querschnitte anzusehen ist, wird deren Leitungswiderstand so gering sein, dass man ihn gleich Null annehmen kann. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn die Verbindung zwischen den oberirdischen Leitern und der Erde ausgezeichnet hergestellt ist, da der Strom bei dem Übergange von dem Leiter in die Erde sonst einen nicht unbeträchtlichen Widerstand zu überwinden hat.

Die Verbindung des von dem Elemente oder überhaupt von jedem Elektricitätserzeuger ausgehenden Leiters mit der Erde wird die Erdleitung genannt.

Wird die Erde als Rückleiter gedacht, so ist die Vorstellung, dass jeder der vielen elektrischen Ströme, welche in der Erde circulieren, seinen Weg zur Ausgangsstelle findet, von Schwierigkeiten begleitet.

Um die Wirkung einfach zu erklären, kann man sich die Erde statt als Rückleiter als Reservoir vorstellen, in welches sowohl die positive als auch die negative Elektricität abfließt.

Fig. 29.



Diese ungleichförmigen Elektricitäten verbreiten sich in der Erde und müssen sich, da stets gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität zur Erde gehen, sozusagen begegnen und ausgleichen.

Bei dieser Annahme muss sowohl positive als negative Elektricität zur Erde abströmen und lässt sich daher der Ausgleich durch Fig. 29 darstellen.

§. 38. Stromverzweigung.

Theilt sich in einem geschlossenen Stromkreise der leitende Körper oder, da zur Leitung der Elektricität wegen ihrer besonderen Leitungsfähigkeit stets Metalldrähte verwendet werden, der Leitungsdraht bei einem Punkte A in einen oder mehrere Zweige, welche bei einem anderen Punkte B wieder zusammenlaufen (Fig. 30), so theilt sich der Strom in ebenso viele Theile, als Zweige vorhanden sind. Die in den einzelnen Zweigen circulierenden Ströme nennt man Theil- oder Zweigströme.

Die Theilung des Hauptstromes in die Zweigströme

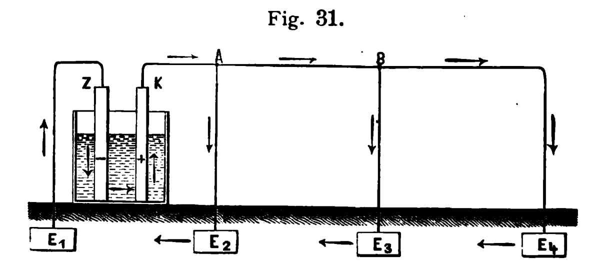
erfolgt nun immer im geraden Verhältnisse zur Leitungsfähigkeit oder im umgekehrten Verhältnisse zu dem Leitungswiderstande jedes dieser Zweige.

Es wird also, wenn der Leitungswiderstand des einen Zweiges 10-, 20-, 100- und 100.000-mal größer ist als der des zweiten Zweiges, in demselben nur $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{100}$ und $^1/_{100000}$ des Stromes circulieren können, welcher den zweiten Zweig durchkreist.

Fig. 30.

Diese Stromverzweigung wird immer und überall und selbst durch die schlechtesten Leiter stattfinden, doch wird bei Isolatoren der dieselben durchfließende Strom einen so geringen Bruchtheil des Gesammtstromes ausmachen, dass er meistens gar nicht in Berücksichtigung gezogen zu werden braucht. Summieren sich aber, wie dies in langen und insbesondere auch unterirdischen Leitungen der Fall ist, eine große Anzahl dieser Zweigströme, so treten dieselben allerdings störend auf und

Fig. 31.



sind mit eine Ursache, dass die Telegraphenleitungen eine bestimmte Länge nicht überschreiten dürfen.

Gehen die beiden, mit den Polen des Elementes verbundenen Drähte direct in die Erde, denkt man sich weiters den einen dieser Drähte so lange gestreckt, dass er erst in weiter Entfernung vom Aufstellungspunkte des Elementes mit der Erde in Verbindung tritt, und zweigt von diesem Drahte ebenfalls ein mit der Erde verbundener Draht ab (Fig. 31),

so ist dies ebenfalls als Stromverzweigung oder Stromtheilung zu betrachten. Der Strom wird sich bei dem Punkte A in zwei Zweigströme theilen, deren einer, die Erde als Rückleitung angenommen, über E_2 bis E_1, der andere über E_4 bis E_1 den Rückweg zur Batterie finden wird. Der Strom in der Strecke A bis E_4 wird unter allen Umständen schwächer sein müssen, als in der Strecke von K bis A, weil ja ein Theil des Gesammtstromes bei A zur Erde abfließt. Die Größe des durch den Zweigleiter abfließenden Stromes ist von dem Widerstand des Zweigleiters abhängig. Je geringer dieser Widerstand, desto größer der Zweigstrom, desto größer die Schwächung des Hauptstromes in der Strecke A—E_4.

Würde nun bei B ein zweiter Draht zur Erde abzweigen, so würde sich der Strom bei diesem Punkte abermals theilen und den Strom im Hauptleiter nochmals schwächen. Sind noch mehrere solcher Abzweigungen vorhanden, so erfolgt an jedem Punkte eine solche Theilung, und es ist leicht zu ersehen, dass, wenn eine große Anzahl solcher Abzweigungen, wenn auch von großem Widerstande, vorhanden ist, der Strom im Hauptleiter durch den fortwährenden Abfluss in die Zweigleiter von Abzweigestelle zu Abzweigestelle immer mehr geschwächt wird, und dass diese Schwächung bis zum Endpunkte des Leiters eine ganz bedeutende sein kann.

§. 39. Geschwindigkeit der Elektricität.

Der Ausgleich der verschiedenen Elektricitäten oder die Bewegung der Elektricität in den Leitern erfolgt mit einer ungeheuren Geschwindigkeit, welche, mit jener des Lichtes übereinstimmend, 300.000 *km* per Secunde beträgt.

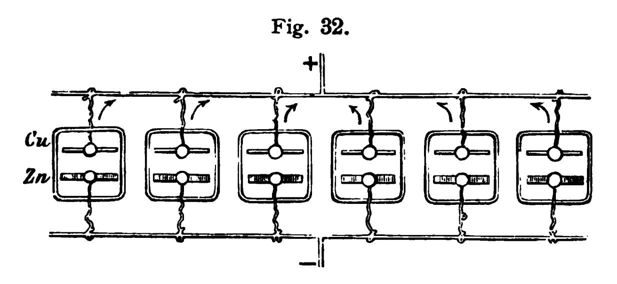
§. 40. Galvanische Batterien.

Um die Wirkung der galvanischen Elemente zu erhöhen, werden dieselben in entsprechender Weise untereinander in Verbindung gebracht, und nennt man eine solche Vereinigung mehrerer galvanischer Elemente zu einer Elementgruppe eine galvanische Batterie.

§. 41. Verbindung der Elemente auf Quantität und Intensität.

Diese Vereinigung der galvanischen Elemente kann auf verschiedene Art und Weise durchgeführt werden.

Fig. 32.



Verbindet man die Elemente so miteinander, dass stets nur alle positiven Pole und ebenso alle negativen Pole miteinander verbunden werden und zweigt von den so verbundenen Polen den eigentlichen Leiter ab, so nennt man dies die *Verbindung oder Schaltung auf Quantität* (Fig. 32).

Fig. 33.

Werden dagegen die einzelnen Elemente so miteinander verbunden, dass stets ein positiver Pol des einen Elementes mit dem negativen Pole des nachfolgenden Elementes in Verbindung kommt, und in einem der beiden Endelemente ein positiver und in dem anderen ein negativer Pol freisteht, so heißt man diese Verbindungsweise die *Schaltung auf Intensität oder Spannung* (Fig. 33).

Bei der Schaltung auf *Quantität*, auch Nebeneinander- oder Parallelschaltung genannt, ist die von der Batterie gelieferte Menge Elektricität, einem Elemente gegenüber, sovielmal größer, als die Anzahl der vereinigten Elemente beträgt. Die Dichte oder Spannung der Elektricität wird jedoch hierdurch in keiner Weise erhöht.

Umgekehrt verhält es sich bei der Schaltung auf *Intensität*, auch Hintereinander-, Reihen- oder Serienschaltung genannt. Hier vergrößert sich die Spannung, und

zwar in geradem Verhältnisse zu der Anzahl der Elemente. Die Quantität der erzeugten Elektricität ist aber hierbei nicht größer, als die von einem Elemente.

Es liefert demnach eine Batterie von zehn Elementen, auf Quantität geschaltet, eine zehnmal größere Menge Elektricität, jedoch von der gleichen Spannung wie ein Element. Sind dieselben Elemente jedoch auf Intensität oder Spannung geschaltet, so liefert diese Batterie dieselbe Quantität Elektricität wie ein Element, deren Spannung wird aber eine zehnmal größere sein.

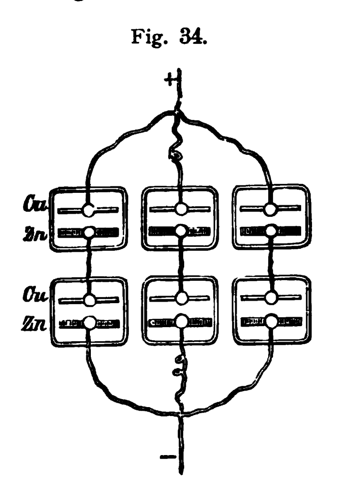
Um sich diesen Vorgang durch einen Vergleich zu versinnbildlichen, denke man sich vorerst eine Reihe von beispielsweise zehn Pumpen nebeneinander gestellt, deren jede aus einem Reservoir eine gleiche Quantität Wasser einen Meter hoch hebt. Diese zehn Pumpen werden daher, gleichzeitig in Bewegung gesetzt, zehnmal mehr Wasser einen Meter hoch heben, als eine Pumpe. Dies entspricht der Schaltung auf Quantität.

Sind jedoch diese zehn Pumpen so übereinander geordnet, dass jede der Pumpen das von der vorhergehenden Pumpe einen Meter hoch gehobene Wasser wieder einen Meter höher hebt, so wird das Wasser, nachdem es die zehnte Pumpe passiert hat, zehn Meter hoch gehoben sein. Die Quantität des gehobenen Wassers ist jedoch nicht größer als die, welche in derselben Zeit von einer Pumpe, jedoch nur einen Meter hoch gehoben worden wäre. Dies ist das Beispiel für die Schaltung auf Intensität. In beiden Fällen haben aber die Pumpen die gleiche Arbeit geleistet. Dies findet auch bei den galvanischen Batterien statt. Die Arbeitsfähigkeit des elektrischen Stromes wird §. 35 durch das Product Stromstärke mal Spannung bestimmt. Dieses Product bleibt sich stets gleich, wie auch die Elemente geschaltet sind. Seien beispielsweise 10 Elemente das einemal parallel, das andere in Serie geschaltet, so erhält man für die erste Schaltung, wenn jedes Element einen Strom von 1 Ampère bei 1 Volt Spannung abzugeben vermag, das Product 10 Ampère × 1 Volt oder gleich 10 (1 Ampère × 1 Volt)

und für die zweite Schaltung 1 Ampère × 10 Volt oder gleich 10 (1 Ampère × 1 Volt), somit die gleiche Arbeitsfähigkeit.

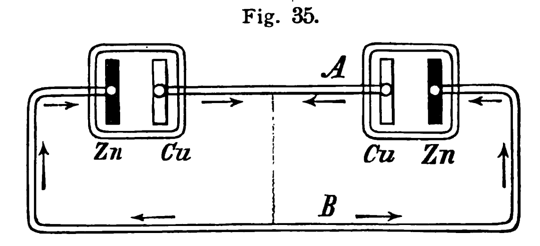
Die sogenannten gemischten oder Gruppenschaltungen, bei welchen, wie in Fig. 34, eine Serie von Elementen hintereinander oder auf Spannung, und die einzelnen Elementgruppen wieder nebeneinander oder auf Quantität verbunden werden, finden auch häufige Anwendung.

Fig. 34.



Bei der Gegenschaltung (Fig. 35) werden die gleichen Pole zweier Elemente oder auch zweier Elementgruppen Batterien durch den Leiter verbunden. In diesem Falle kann, wenn die Elemente oder Elementgruppen gleich stark sind, in dem Leiter kein Strom circulieren, da sich die Wirkungen der Elemente, beziehungsweise Elementgruppen, gegenseitig aufheben. Sobald jedoch die beiden Leitertheile *A*, *B*, durch einen Querleiter (hier durch die punktierte Linie

Fig. 35.



angedeutet) leitend verbunden werden, entstehen zwei Stromkreise und der Strom wird in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung circulieren.

Welche Art der Schaltung für einen gegebenen Fall die vortheilhafteste sei, darüber gibt, da es sich in den meisten Fällen nur um Erzielung der größtmöglichen Stromstärke handelt, das Ohm'sche Gesetz (§. 32) Aufschluss.

§. 42. Das elektrische Potential.

Man kann den Ausgleich der Elektricität in einem Leiter auch so darstellen, dass die Elektricität in einem Punkte des Leiters höhere Spannung hat als an einem anderen Punkte desselben, daher so lange dahin abfließen wird, bis die Spannung im gesammten Leiter die gleiche ist. Es ist dies ähnlich, so wie Wasser von einem höheren Punkte stets das Bestreben hat, nach tiefer gelegenen Punkten abzufließen. Die jeweilige Spannung der Elektricität an einem bestimmten Punkte bezeichnet man als das Potential derselben. Es wird also die Elektricität stets das Bestreben haben, von einem Punkte höheren Potentials nach einem Punkte niederen Potentials so lange abzufließen, bis die Spannung oder das Potential der beiden Punkte die gleiche ist. Je größer der Unterschied der Spannung oder des Potentiales zwischen diesen beiden Punkten ist, desto größer ist das Ausgleichsbestreben und desto heftiger wird der Ausgleich erfolgen.

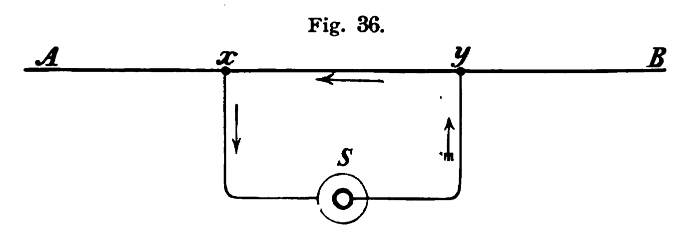
Den Unterschied der Spannung oder des Potentials zwischen zwei Punkten bildet die Spannungs- oder Potentialdifferenz, und ist selbe mit dem Höhenunterschiede zweier Punkte einer Wassersäule zu vergleichen. Je größer dieser Höhenunterschied ist, desto größer ist der Druck, den das Wasser auf den unteren Punkt ausübt, desto größer auch das Bestreben, diesen Unterschied auszugleichen.

Diese Spannungsdifferenz zwischen zwei Punkten wird stets in Volt als Maß für die Spannung (§. 35) ausgedrückt und ist nichts anderes als die zwischen zwei Punkten auftretende elektromotorische Kraft (§. 29).

Wird also in einem Leiter an zwei verschiedenen Punkten desselben durch äußere Einflüsse eine Potentialdifferenz hervorgerufen, so findet ein elektrischer Ausgleich zwischen diesen beiden Punkten statt. Dieser Ausgleich ist nur von momentaner Dauer, wenn die äußere Anregung kurz ist. Sucht jedoch dieser äußere Einfluss diese Potentialdifferenz continuierlich aufrechtzuerhalten, so wird ein constanter elektrischer Strom entstehen.

Um sich dies vorzustellen, denke man sich Fig. 36 an einen linearen Leiter A, B, von einer Stromquelle S, zwei Drähte an den Punkten x y angeschaltet. Es entsteht hiedurch zwischen diesen beiden Punkten eine Potentialdifferenz,

Fig. 36.



und es wird in der Strecke y, x ein elektrischer Ausgleich stattfinden.

Dieses Entstehen einer Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten eines Leiters kann auch durch andere Einflüsse wie späterhin erläutert wird, hervorgerufen werden.

§. 43. Das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Leiters.

Bringt man in die Nähe eines vom Strome durchflossenen geraden Leiters (Fig. 37) eine kleine Magnetnadel, so wird

Fig. 37.

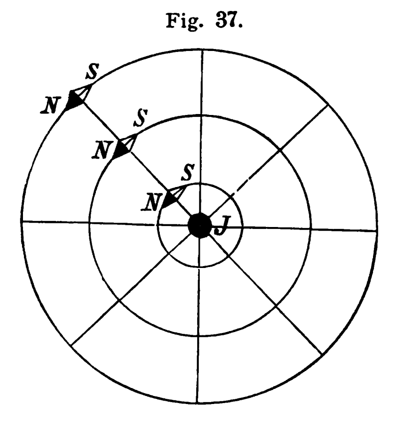
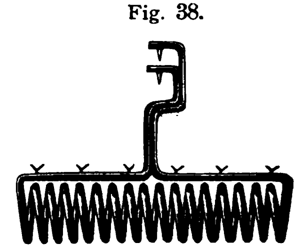


Fig. 38.



sich selbe genau in der Richtung der Tangente, eines vom Mittelpunkte des Leiters J durch den Mittelpunkt der Magnetnadel im senkrechten Abstande gezogenen Kreises, einstellen. Der Leiter muss hier als senkrecht durch die Papierebene hindurchgehend gedacht werden.

Diese Kreislinien üben auf die Magnetnadel dieselbe Wirkung aus, wie die Kraftlinie eines Magnetes (§. 8) und man ist daher berechtiget, von dem magnetischen Felde eines Stromkreises zu sprechen. Dies zeigt sich am besten an einem Solenoide, d. i. eine Drahtspirale, deren einzelne Windungen voneinander isoliert sind. Ein derartiges, vom Strome durchflossenes Solenoid, verhält sich, wenn es mit den zwei Drahtenden in zwei Quecksilbernäpfchen so aufgehängt ist (Fig. 38), dass es sich frei drehen kann, wie eine Magnetnadel, indem es sich in der Richtung Nord-Süd einstellt.

Das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Solenoides hat große Ähnlichkeit mit dem magnetischen Felde eines Stabmagnetes, indem die kreisförmigen Kraftlinien so ineinander übergehen, dass eine bestimmte Anzahl von Kraftlinien den hohlen Raum des Solenoides durchsetzen, an dem einen Ende des Raumes herausgehen und durch den äußeren Raum zum anderen Ende zurückkehren.

Die Lage der beiden Pole einer in einem magnetischen Felde eines Stromkreises eingestellten Magnetnadel hängt von der Stromrichtung ab und würde sich sofort umkehren, sobald die Stromrichtung gewechselt wird.

Das Gleiche findet bei dem Solenoide statt, welches sich sofort um 180° dreht, wenn die Stromrichtung umgekehrt wird.

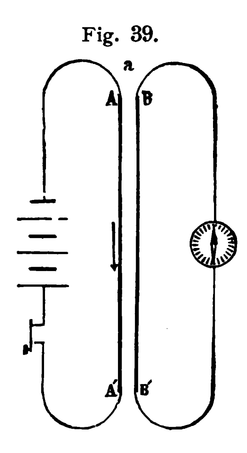
§. 44. Galvanische Induction.

Bringt man in die Nähe eines geschlossenen Stromkreises $A A_1$ (Fig. 39) einen anderen in sich geschlossenen Leiter $B B_1$, so wird jedesmal, so oft der Strom in $A A_1$ geschlossen oder unterbrochen wird, in dem Leiter $B B_1$ ein elektrischer Strom von momentan kurzer Dauer entstehen, dessen Vorhandensein sich durch einen kurzen Ausschlag (Zucken) der Galvanometernadel anzeigt. Die Richtung dieser so entstehenden Ströme ist jedoch nicht immer die gleiche, indem der in $B B_1$ beim Schließen des Stromkreises $A A_1$ entstehende Strom eine der Stromrichtung des Stromes in $A A_1$ entgegengesetzte Richtung hat, während der beim Öffnen des

Stromkreises $A A_1$ in $B B_1$ entstehende Strom die gleiche Richtung wie der Strom in $A A_1$ annimmt.

Diese Erzeugung eines Stromes in einem geschlossenen Stromkreise durch einen benachbarten Stromkreis bezeichnet man als die galvanische Induction. Der erzeugende Strom heißt der primäre, inducierende oder Hauptstrom, der in dem geschlossenen Leiter erzeugte der secundäre, inducierte oder Inductionsstrom. Bei dem inducierten Strome unterscheidet man der verschiedenen Richtung entsprechend, zwischen einem Öffnungs- und einem Schließungsstrome.

Fig. 39.

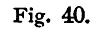


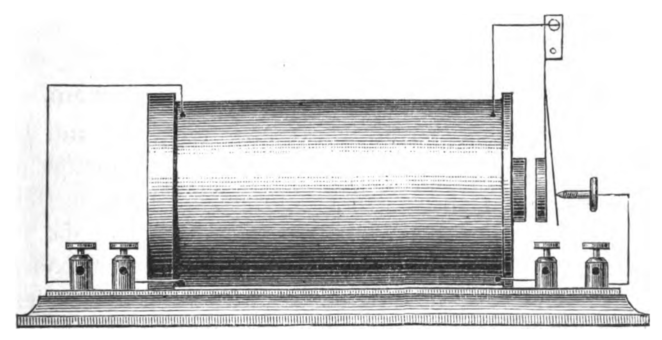
Diese Erscheinung lässt sich aus dem magnetischen Felde des Stromkreises erklären. Sobald der primäre Stromkreis geschlossen ist, treten die von demselben erzeugten Kraftlinien in den benachbarten Leiter und ändern den elektrischen Zustand in selbem. Das elektrische Gleichgewicht wird gestört, diese Störung ist jedoch nichts anderes als eine Elektricitätserregung und findet infolge dessen ein elektrischer Ausgleich statt. Bleibt nun der primäre Strom unverändert bestehen, so bleibt auch der neue elektrische Zustand constant, weshalb auch im secundären Leiter der Strom alsbald wieder aufhören muss. Unterbricht man aber den Strom, so verschwinden die Kraftlinien, es entsteht wieder eine momentane Änderung des Gleichgewichtszustandes der Elektricität, wodurch ein zweiter secundärer Strom entsteht. Da nun das Zurückkehren in den ursprünglichen Zustand der Gegensatz vom Heraustreten aus demselben ist, muss auch der zweite secundäre Strom dem ersteren entgegengesetzt sein.

Jedes Anschwellen oder jede Verringerung des primären Stromes muss, da selbem eine Vermehrung oder Verminderung der Kraftlinien entspricht, stets eine Störung des elektrischen Gleichgewichtes im secundären Leiter hervorrufen, und daher in demselben Secundärströme inducieren.

Es wird daher nicht nur das Unterbrechen und Schließen des Hauptstromes, sondern auch jede Stärkung und Schwächung desselben in dem secundären Leiter einen Inductionsstrom hervorrufen, der bei der Stärkung eine dem Hauptstrome entgegengesetzte, bei der Schwächung die gleiche Richtung wie der Hauptstrom hat.

Die Stärke oder Intensität des Inductionsstromes ist der Stärke des Hauptstromes proportional und hängt außerdem von der Entfernung des Haupt- oder inducierenden Drahtes von dem Nebendrahte, sowie von der Länge der nebeneinanderlaufenden Drahttheile ab. Je stärker der Hauptstrom,


Fig. 40.



je näher und je länger die Drähte nebeneinanderlaufen, desto kräftiger wird der Inductionsstrom.

Um daher möglichst kräftige Inductionsströme zu erzielen, werden gewöhnlich mit Seide umsponnene und dadurch von einander isolierte Drähte von großer Länge, derselben Richtung nach auf eine Rolle von Holz oder Papier aufgewunden. Die Rolle selbst wird zur Erhöhung der Wirksamkeit auf einen aus weichem Eisendraht gebildeten Kern aufgeschoben. Hierbei wird der Draht, durch welchen der Batteriestrom hindurchgehen soll, gewöhnlich stärker im Durchmesser gehalten als der Neben- oder Inductionsdraht. Der Draht, durch welchen der Batteriestrom durchfließt, wird hierbei als der primäre Draht oder die primäre Windung, der Neben- oder Inductions-

draht als der secundäre Draht oder die secundäre Windung bezeichnet. Um eine constante Reihe von Inductionsströmen zu erhalten, ist es nothwendig, dass der Hauptstrom in möglichst rascher Aufeinanderfolge unterbrochen und geschlossen wird. Je öfter die Unterbrechung und der Schluss des Stromkreises in einer gewissen Zeit erfolgt, desto größer ist die Anzahl der erzielten Inductionsströme.

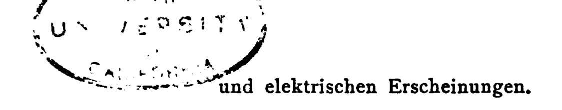
Bei den für wissenschaftliche Untersuchungen und medicinische Zwecke, sowie in der Telephonie verwendeten Apparaten zur Erzeugung kräftiger Inductionsströme, den sogenannten Rhumkorff (Fig. 40), wird das Öffnen und Schließen der Kette des primären Stromkreises mittels einer einfachen Vorrichtung, dem Selbstunterbrecher, durch den galvanischen Strom selbstthätig bewirkt.

§. 45. Der Extra- oder Selbstinductionsstrom.

Der elektrische Strom wirkt aber nicht nur auf benachbarte Leiter oder Drähte inducierend, sondern erzeugt auch in dem eigenen Drahte, den er durchfließt, ganz in derselben Weise Inductionsströme, wie in fremden Drähten, da ja auch die Kraftlinien das Innere des Leiters durchdringen. Wird demnach ein Stromkreis geschlossen, so wird auch in der leitenden Verbindung der beiden Pole der Batterie ein Strom von unendlich kurzer Dauer und dem Hauptstrome entgegengesetzter Richtung induciert. Bei Unterbrechen des Stromes wird dagegen ein dem Hauptstrome gleich gerichteter Inductionsstrom hervorgerufen.

Hierdurch wird der Hauptstrom beim Schließen der Kette durch den inducierten Strom momentan geschwächt, beim Unterbrechen der Kette dagegen verstärkt, in beiden Fällen aber das Entstehen, beziehungsweise Vergehen des Primärstromes verzögert.

Diese Erscheinung nennt man die Selbstinduction und werden die in dem eigenen Drahte durch Schließen und Unterbrechen des Stromkreises entstehenden Inductionsströme, im Gegensatze zu den in benachbarten Leitern inducierten



Strömen, Selbstinductions-, Gegen- oder Extraströme genannt.

Der Schlag, welchen man beim Unterbrechen oder Schließen einer Leitungskette mit Batterien als Elektricitätsquelle erhält, rührt nur von den höher gespannten Extraströmen her, und ist der Schlag beim Öffnen der Kette, dadurch, dass der Hauptstrom durch den Extrastrom verstärkt wird, bedeutend kräftiger als beim Schließen der Kette, bei welchem Haupt- und Extrastrom einander entgegenwirken.

Diese Extraströme sind es auch, welche in sehr langen Telegraphenleitungen das Telegraphieren verlangsamen, da es durch die Gegenwirkung der Extraströme beim Schließen der Kette immer einer gewissen, wenn auch verhältnismäßig kurzen Zeit, $^1/_{16}$ bis $^1/_{20}$ Secunde, bedarf, ehe der Hauptstrom seine normale Stärke erlangt.

§. 46. Magnetinduction.

Schiebt man in eine aus feinem isolierten Drahte gebildete Drahtrolle oder Spirale, deren Enden leitend verbunden sind (Fig. 41), einen kräftigen Magnetstab rasch hinein, so wird in dem Drahte ebenfalls ein Inductionsstrom entstehen. Das Gleiche findet statt, wenn der Magnetstab wieder rasch herausgezogen wird, doch hat dieser Inductionsstrom die entgegengesetzte Richtung des Stromes, welcher beim Hineinschieben des Magnetstabes entstanden ist. Bleibt der Magnetstab in Ruhe, so ist die Leitung stromlos.

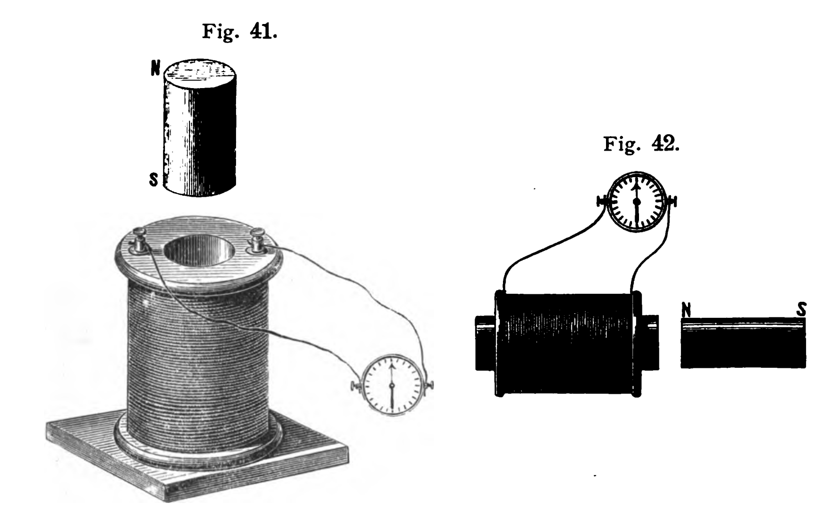
Die Richtung des inducierten Stromes hängt aber auch von dem Pole des Magnetes ab, welcher bei der Arbeit des Hineinschiebens und Herausziehens des Magnetes der Drahtrolle zugekehrt ist. So wird, wenn der Südpol des Magnetes in die Rolle hineingeschoben würde, ein Inductionsstrom von entgegengesetzter Richtung entstehen, als der, welcher beim Hineinschieben des Nordpoles entstünde, und wird derselbe die gleiche Richtung mit dem Strome haben, welcher beim Herausziehen des Nordpoles hervorgerufen wird. Auch diese Erscheinungen erklären sich durch die magnetischen

Kraftlinien, die, vom Magnete ausgehend, den Leiter durchdringen und in demselben das elektrische Gleichgewicht stören, somit Inductionsströme erzeugen. Ist der Magnet im Ruhezustande, so stellt sich der Gleichgewichtszustand wieder her und die Ströme verschwinden.

Durch rasch aufeinanderfolgendes Hineinschieben und Herausziehen des Magnetstabes in die, beziehungsweise aus der in sich geschlossenen Drahtrolle können demnach eine

Fig. 41.

Fig. 42.



Reihe Inductionsströme von stets wechselnder Richtung erzeugt werden.

Die Erzeugung von elektrischen Strömen in einem geschlossenen Leiter durch Einwirkung eines Magnetes nennt man, im Gegensatze zu der galvanischen Induction, Magnet-Induction.

Statt jedoch den Magnetstab in die Drahtrolle hineinzuschieben, beziehungsweise aus derselben herauszuziehen, kann man auch ein Stück weiches Eisen mit der Drahtrolle umgeben und braucht dann dem Eisenstabe nur einen Magnetstab rasch zu nähern, beziehungsweise denselben von dem Eisenstabe zu entfernen (Fig. 42).

Es wird bei Annäherung des Magnetes an den weichen Eisenstab durch die magnetische Influenz (§. 6) Magnetismus hervorgerufen, welcher bei Entfernung des Magnetes sofort wieder verschwindet. Dieses Hervorrufen und Verschwinden des Magnetismus in dem weichen Eisenstabe bringt in der Rolle naturgemäß genau dieselbe Wirkung hervor, als wenn der Magnetstab in dieselbe hineingeschoben, beziehungsweise aus derselben herausgezogen würde, so dass bei jeder Annäherung und Entfernung des Magnetes an den, beziehungsweise von dem weichen Eisenstabe in der denselben umgebenden Drahtrolle je ein Inductionsstrom von wechselnder Richtung entsteht.

Auch bei der umgekehrten Anordnung, das heißt, wenn ein Magnet in die Rolle eingesteckt und demselben ein weicher Eisenstab rasch genähert oder von demselben schnell entfernt wird, entstehen in gleicher Weise Inductionsströme.

Die Eigenschaft der Magnete, durch Annäherung und Entfernung in einer Drahtrolle Inductionsströme zu erzeugen, hat zur Construction einer Reihe von Maschinen geführt, welche unter dem Namen magneto-elektrische Maschinen bekannt sind.

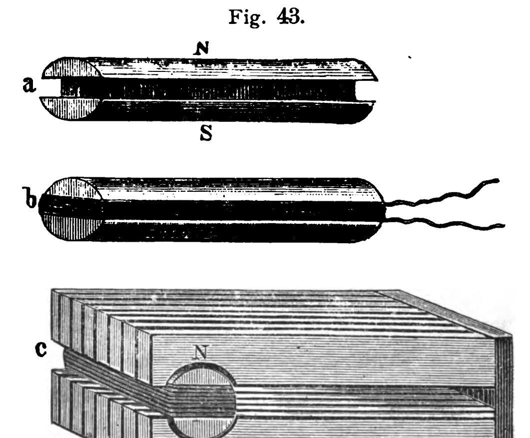
§. 47. Der Cylinder-Inductor.

Von der stattlichen Anzahl dieser Maschinen ist es jedoch nur der Cylinder-Inductor, welcher wegen seiner einfachen und sinnreichen Construction, sowie der kräftigen Wirkung speciell für die Signalisierungszwecke der Eisenbahnen zur Einführung gelangte.

Derselbe besteht aus einem Anker von weichem Eisen (Fig. 43), welcher seiner ganzen Länge nach mit zwei einander gegenüberstehenden Einschnitten versehen ist. Um diesen Anker werden nun über die beiden vorhandenen Einschnitte isolierte Kupferdrähte der Länge nach so lange gewickelt, bis die ursprünglich cylindrische Form des Eisenstückes wieder hergestellt ist. Das eine Ende dieses Drahtes steht direct mit der Achse in Verbindung, das andere Ende

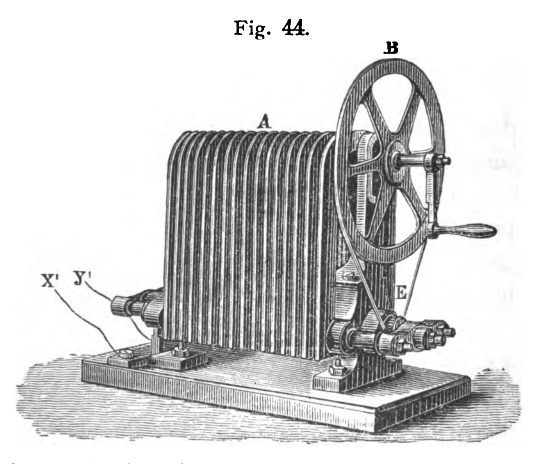
geht an einen an die Achse aufgekeilten, von derselben jedoch durch eine Bein- oder Hartgummi-Zwischenlage

Fig. 43.



isolierten Kupferring. An diesem Kupferringe schleift eine Feder, welche die leitende Verbindung nach außen herstellt.

Fig. 44.



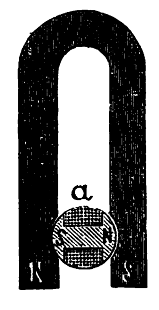
Zwei Drähte, x^1 y^1 (Fig. 44), der eine von dem Achslager, der andere von der Feder ausgehend, führen nun an die beiden, am Postamentbrette angebrachten Klemmen, welche

zur Herstellung der Verbindung mit den Leitungsdrähten dienen.

Dieser Cylinder rotiert nun zwischen den beiden Polen einer Reihe parallel nebeneinander aufgestellter Magnete, welche zur Aufnahme des Cylinders mit kreissegmentförmigen Ausschnitten versehen sind. Der Cylinder selbst ist in zwei Achsen gelagert und wird derselbe mittels Kurbeldrehung durch eine Riemen- oder Zahnradübersetzung in möglichst schnelle Drehung versetzt.

Die Wirkung des Inductors beruht nun darauf, dass der Cylinder, je nachdem er die Stellung *a* oder *b* (Fig. 45) einnimmt, durch die Influenz der Magnetlamellen magnetisch

Fig. 45.



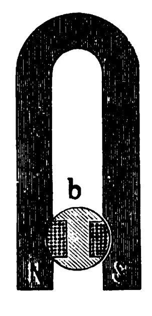
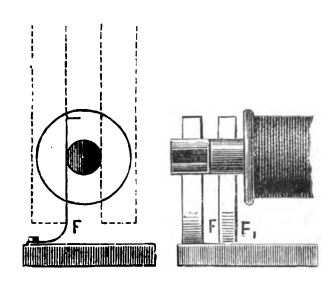


Fig. 46.



wird oder den Magnetismus verliert. Jeder Magnetisierung und Entmagnetisierung des Cylinders entspricht ein Inductionsstrom in der Drahtumwickelung, daher jede einmalige Umdrehung desselben vier Inductionsströme erzeugt, von denen sich jedoch stets zwei, da selbe gleiche Richtung haben, zu einem summieren, so dass nur zwei Ströme wechselnder Richtung erhalten werden. Je größer die Anzahl der Umdrehungen in einem gegebenen Zeitraume, desto größer die Anzahl der in demselben gelieferten Inductionsströme.

Solche Ströme von stets wechselnder Richtung, sogenannte Wechselströme, eignen sich jedoch für gewisse Zwecke durchaus nicht und müssen dieselben, um den Inductor verwenden

zu können, durch eine eigene Vorrichtung, Comutator genannt, in Ströme gleicher Richtung umgewandelt werden.

Eine der einfachsten Vorrichtungen dieser Art besteht darin, dass man ganz einfach nur die Ströme einer Richtung ableitet und die der entgegengesetzten Richtung gar nicht benützt. Dies erfolgt dadurch, dass man die Achse des Cylinders, von welcher die Ströme abgeleitet werden, der Länge nach halb so durchschneidet (Fig. 46), dass der Contact mit dem federnden Ableitungsstück nur für je eine halbe Umdrehung des Cylinders hergestellt, für die andere halbe Umdrehung des Cylinders aber unterbrochen ist.

Da einer Umdrehung des Cylinders je zwei Inductionsströme entgegengesetzter Richtung entsprechen, kann auf diese Art nur die halbe Anzahl der erzeugten Ströme, und zwar nur die gleicher Richtung abgeleitet werden, weil für die Ströme entgegengesetzter Richtung die leitende Verbindung aufgehoben ist.

Je nachdem die Feder F oder F_1, welch letztere an dem vollen Theile der Achse schleift, mit der Leitung in Verbindung gebracht wird, werden beim Drehen der Kurbel Ströme einer Richtung oder wechselnder Richtung in die Leitung entsendet werden können.

§. 48. Erzeugung der Elektricität durch Wärme.

Erwärmt man ein Stück gewöhnlichen Metalldrahtes an dem einen Ende, während man das andere Ende abkühlt, so wird, wenn eine leitende Verbindung zwischen diesen beiden Enden hergestellt ist, ein, wenn auch nur schwacher elektrischer Strom entstehen, welcher so lange anhält, als die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Enden des Drahtes fortbesteht.

Nimmt man statt des einen Stück Drahtes zwei verschiedenartige Metalle, welche an ihren Enden durch Löthung miteinander verbunden sind, so wird, wenn die Verbindung zwischen den beiden Löthstellen hergestellt ist und die eine der Löthstellen erwärmt, die andere derselben abgekühlt wird,

ein viel kräftigerer Strom erzeugt werden, als bei dem einfachen Drahtstücke.

Auch hier bleibt es sich nicht gleich, welche Metalle durch Löthung miteinander verbunden werden, und lässt sich nach dem Grade der Wirkung eine der Spannungsreihe der zu den galvanischen Elementen verwendeten Körper ähnliche Reihe aufstellen. Dieselbe ist folgende: Antimon, Eisen, Stahl, Zink, Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Blei, Quecksilber, Messing, Platin, Neusilber, Wismuth, wobei Antimon als das elektropositive, Wismuth als das elektronegative Metall zu betrachten ist.

Hinsichtlich der Reihenfolge und Wirkung gilt für diese Reihe das bei der Spannungsreihe (§. 22) schon Gesagte vollständig.

Verbindet man eine Reihe solcher, an ihren Enden zusammengelötheter, verschiedenartiger Metalle in geeigneter Weise untereinander, so erhält man die sogenannten Thermosäulen oder thermoelektrischen Batterien. Für dieselben wählt man am besten gewisse Metalllegierungen, und zwar aus Antimon, Zink und Wismuth für das positive und aus Kupfer, Zink und Nickel für das negative Metall.

Durch Abkühlung der einen Reihe von Löthstellen und Erwärmen der anderen wird, wenn der Elektricität eine Ableitung geboten, das heißt, der Stromkreis geschlossen ist, solange ein constanter Strom circulieren, als zwischen den entgegengesetzten Löthstellen noch eine Temperaturdifferenz herrscht.

Die Stärke des erhaltenen Stromes wird von der Art der verwendeten Metalle, sowie von der Anzahl der zu einer Batterie verwendeten Thermoelemente und der Temperaturdifferenz zwischen den Löthstellen direct abhängen.

Die auf diese Art und Weise erzeugte Elektricität nennt man Wärme- oder Thermoelektricität. Es muss hierbei nochmals betont werden, dass man, wenn man von Reibungs-, galvanischer, Inductions- und Thermoelektricität spricht, sich nicht etwa darunter vorstellen darf, dass zwischen

diesen Elektricitäten ein Unterschied wäre, sondern dass sich diese Bezeichnung nur auf die Art und Weise der Erzeugung bezieht.

D. Wirkung des elektrischen Stromes.

Im Stromkreise.

§. 49. Wärmewirkung.

Wenn der elektrische Strom im geschlossenen Stromkreise circuliert, wird derselbe auf die Leiter, welche er durchfließt, eine ganz bestimmte Wirkung ausüben.

Ist der Leiter in seiner ganzen Ausdehnung ein fester Körper, so wird in demselben nur Wärme entwickelt. Die Quantität der entwickelten Wärme ist umso größer, je größer der Leitungswiderstand des Körpers und je größer die Stromstärke ist. Für die Wärmeentwickelung in einem Leiter gilt das Joule'sche Gesetz: Die in der Zeiteinheit entwickelte Wärmemenge ist dem Widerstande des Leiters und dem Quadrate der Stromstärke direct proportional.

Hat der Leiter im Verhältnis zu der in ihm entwickelten Wärmemenge einen geringen Querschnitt, so wird er eine sehr hohe Temperatur annehmen. Verwendet man beispielsweise einen dünnen Platindraht als Leiter, so wird derselbe bei verhältnismäßig geringer Stromstärke leicht glühend und kann selbst zum Schmelzen gebracht werden.

Die Wärmewirkungen des elektrischen Stromes sind es, auf denen beispielsweise die ganze elektrische Beleuchtung, die Minenzündung etc. beruht. In der praktischen Telegraphie finden dieselben jedoch keine Verwertung, sondern sind eher schädlich, daher deren Einfluss durch Anwendung gut leitender Körper von entsprechenden Dimensionen nach Möglichkeit beseitigt werden muss.

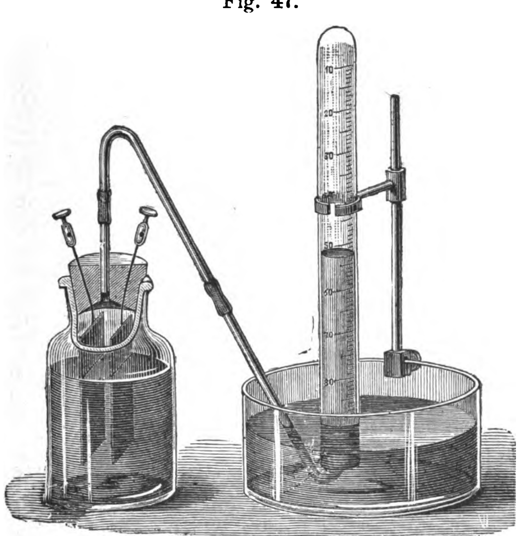
§. 50. Chemische Wirkung.

Ist ein Theil des vom elektrischen Strome durchflossenen Leiters eine zersetzbare Flüssigkeit, so wird der Strom eine Zerlegung der Flüssigkeit in ihre Grundbestandtheile bewirken.

a) Zersetzung von Wasser.

Leitet man beispielsweise den elektrischen Strom durch eine Wassersäule, so wird das Wasser in seine Grundstoffe: Wasserstoff und Sauerstoff, zerlegt.

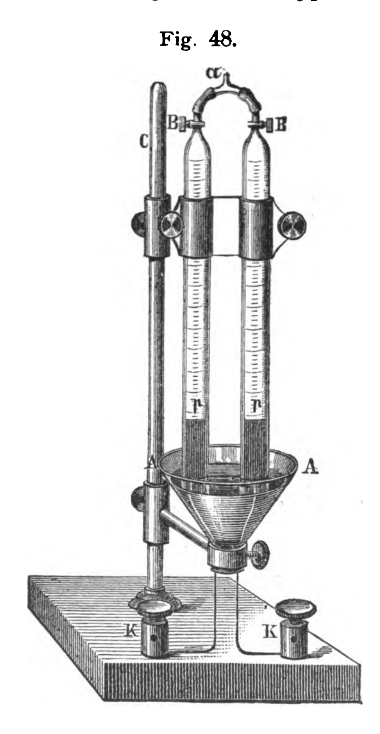
Fig. 47.



Werden die beiden Klemmen der weithalsigen Flasche (Fig. 47) mit den beiden Polen einer galvanischen Batterie verbunden, so wird, wenn das Gefäß mit angesäuertem Wasser gefüllt ist, an den einander parallel gegenüberstehenden Platinblechen sofort eine Gasentwickelung stattfinden. Das so erzeugte Gas muss, da das Gefäß sonst verschlossen ist, durch das aufsteigende Rohr entweichen und in die Auffangvorrichtung übergehen, wodurch die Menge desselben gemessen werden kann.

Fängt man die Gase in einem Apparate (Fig. 48), bei welchem jedes der Platinbleche durch eine separate, oben verschlossene Röhre überdeckt wird, getrennt auf, so wird man finden, dass die Gasmenge, welche sich an jenem Platinbleche entwickelt, welches mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung stand, doppelt so groß ist, als an dem mit dem positiven Pole der Batterie verbundenen Bleche. Das an dem negativen Pole aufgefangene Gas ist Wasserstoff, das am positiven Pole aufgefangene Gas Sauerstoff. Es entspricht dies genau der Zusammensetzung des Wassers.

Fig. 48.



Nimmt man statt der Platinbleche andere Metalle, welche eine größere chemische Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, so wird am negativen Pole zwar die gleiche Menge Wasserstoff entwickelt werden, der Sauerstoff am positiven Pole sich aber nicht mehr gasförmig ausscheiden, sondern mit dem Metalle zu einem Metalloxyde verbinden, was an der geänderten Färbung, welche der positive Pol annimmt, sofort zu erkennen ist. Der negative Pol bleibt dagegen stets rein.

Gleich dem Wasser, wird jede nur aus zwei Körpern zusammengesetzte Flüssigkeit durch den elektrischen Strom in ihre Grundbestandtheile zerlegt.

Würde man statt des Wassers Salzsäure verwendet haben, so würden sich die beiden Grundstoffe derselben: Chlor und Wasserstoff, ausscheiden, und zwar Wasserstoff wieder am negativen, Chlor dagegen am positiven Pole. In diesem Falle würden an beiden Polen gleiche Quantitäten Gas aus-

geschieden, weil Salzsäure eine aus gleichen Theilen von Wasserstoff und Chlor bestehende Verbindung ist, während Wasser aus zwei Theilen Wasserstoff und einem Theile Sauerstoff besteht.

b) Zersetzung von Metallsalzen.

Lässt man den elektrischen Strom durch eine Auflösung von Metallsalz (Verbindung eines Metalloxydes mit einer Säure) hindurchgehen, so wird dasselbe ebenfalls zersetzt und das Metall hierbei direct ausgeschieden. Würde man in das Gefäß (Fig. 47) statt reinen Wassers eine Lösung von Kupfervitriol*) einfüllen und einen elektrischen Strom hindurchleiten, so würde dies eine Zersetzung dieses Salzes hervorrufen. An der negativen Platinplatte (das ist diejenige Platte, die mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung steht) scheidet sich metallisches Kupfer aus und setzt sich an diese Platte an, während sich an dem positiven Pole die Schwefelsäure und der von der Zersetzung des Kupferoxydes herrührende Sauerstoff ansammelt. Der Sauerstoff wird durch das Ableitungsrohr in die graduierte Röhre übergehen. Nimmt man an Stelle beider Platinplatten Kupferplatten, so wird sich an der negativen Platte ebenfalls Kupfer niederschlagen, an der positiven Platte aber der Sauerstoff und die Schwefelsäure wieder mit dem Kupfer zu Kupfervitriol verbinden, welches sich wieder in der Flüssigkeit löst, um an der negativen Platte unter den gleichen Umständen abermals in seine Bestandtheile zerlegt zu werden. Dieser Process wird so lange fortdauern, als die positive Platte nicht aufgezehrt ist. Es wird also hierbei, da die geringste Quantität Kupfervitriol genügt, um diesen Process einzuleiten, an der negativen Platte fortwährend Kupfer niedergeschlagen, an der positiven Platte fortwährend Kupfer gelöst, so dass der Strom gewissermaßen das Metall von der positiven Platte auf die negative Platte überträgt.

---

*) Kupfervitriol ist eine Verbindung von einem Theile Kupferoxyd mit einem Theile Schwefelsäure.



Ganz die gleichen Erscheinungen erhält man mit fast allen anderen Metallsalzen, nur ist die Menge des von einem Strome bestimmter Stärke in der Zeiteinheit niedergeschlagenen Metalles für die verschiedenen Metalle eine verschiedene.

§. 51. Voltameter.

Die zersetzend wirkende Kraft des elektrischen Stromes kann zur Messung der Stärke eines Stromes benützt werden. Es ist nämlich die Menge des in einer Zeiteinheit entwickelten Gases der Stromstärke direct proportional. Ein zwei-, drei-, vierfach stärkerer Strom wird in derselben Zeit eine auch zwei-, drei-, vierfach größere Gasmenge entwickeln. Kennt man nun die Quantität Gas, welche ein Strom von der Stärke der Einheit „ein Ampère" (§. 35) in der Zeiteinheit liefert, so ist es einfach, die Stärke eines anderen Stromes, nach der von demselben in der Zeiteinheit gelieferten Gasmenge, zu bestimmen. Die hierzu benützten Vorrichtungen sind dieselben, wie in Fig. 36 und 37, nur müssen die Glasröhren entsprechend graduiert sein, um die Quantitäten des gelieferten Gases sofort ablesen zu können. Eine derartige Vorrichtung heißt man Gasvoltameter.

Auch bei der Zersetzung der Metallsalze durch den elektrischen Strom ist die Menge des in der Zeiteinheit niedergeschlagenen Metalles der Stromstärke direct proportional und hat man somit auch hier ein Mittel zum Messen der Stromstärke. Man braucht nur die Gewichtsmenge des in einer bestimmten Zeit niedergeschlagenen Metalles zu bestimmen und mit der Menge des Metalles, welche der Strom von der Einheitsstärke in der Zeiteinheit niederschlägt, zu vergleichen. Diese Art der Strommessung gibt, wiewohl selbe umständlicher ist, viel genauere Resultate, als die Messung mit den Gasvoltametern. Die zur Ausscheidung der Metalle auf diesem Wege benützten Vorrichtungen nennt man Metallvoltameter.

Die Menge des durch einen Strom bestimmter Stärke in der Zeit t niedergeschlagenen Metalles wird durch die Formel

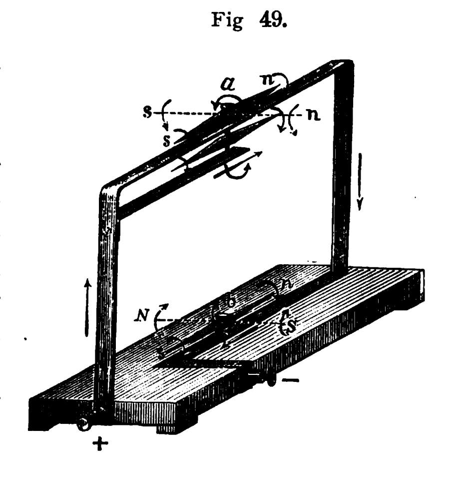
$Q = i\,n\,t$ bestimmt, wobei Q in Milligramm, t in Secunden, i in Ampère ausgedrückt wird und n das elektrochemische Äquivalent des Metalles bezeichnet. Umgekehrt wird aus der Menge Q des in der Zeit t niedergeschlagenen Metalles die Stromstärke i aus der Formel $i = \frac{Q}{n\,t}$ bestimmt.

Außerhalb des Stromkreises (Fernwirkungen).

§. 52. Einwirkung auf die Magnetnadel.

Wird an einer Magnetnadel ein elektrischer Strom vorbeigeführt, so wird sie aus ihrer Richtung von Süden nach Norden, welche sie normal einnimmt (§. 3 und 4), abgelenkt. Die Art der Ablenkung ist jedoch verschieden, je nachdem sich die Nadel oberhalb, unterhalb oder zur Seite der Stromesrichtung befindet. Die Richtung der Ablenkung wird sofort wechseln, sobald der elektrische Strom seine Richtung ändert.

Fig 49.



Um diese Ablenkung der Magnetnadel zeigen zu können, bedient man sich gewöhnlich des in Fig. 49 dargestellten Apparates.

An einem nicht vollständig geschlossenen Rahmen sind an verschiedenen Stellen Nadelspitzen angebracht, auf welche eine Magnetnadel frei beweglich aufgesetzt werden kann. Ist eine solche Nadel aufgesetzt, so wird der Rahmen so lange gedreht, bis derselbe mit der Magnetnadel die gleiche Richtung hat, also mit derselben parallel steht. Leitet man nun einen elektrischen Strom durch den Rahmen so ein, dass der Strom bei + ein- und bei — austritt, so wird die Nadel nach einer

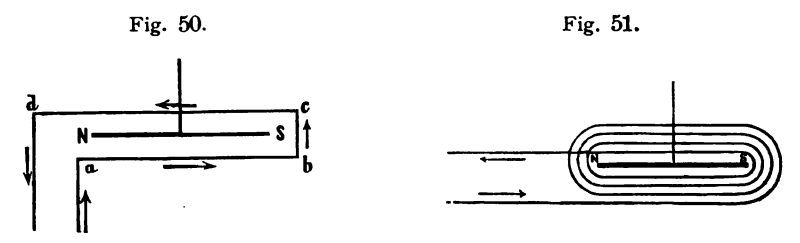
Richtung hin abgelenkt. Kehrt man die Richtung des Stromes so um, dass derselbe bei — ein- und bei + austritt, so wird die Ablenkung der Nadel in entgegengesetzter Richtung erfolgen.

Um die Richtung der Ablenkung der Nadel stets bestimmen zu können, denke man sich selbst den Kopf nach vorne in dem Leiter in der Richtung des Stromes so schwimmend, dass das Gesicht stets der Nadel zugekehrt ist, es wird sodann der Nordpol stets nach links abgelenkt.

Die Erklärung der Ursache dieser Ablenkung ist bereits im §. 43 gegeben.

§. 53. Der Multiplicator.

Liegt, wie in Fig. 50, die Magnetnadel *NS* zwischen dem rechteckig gebogenen Drahte *a b c d* und durchläuft der



Strom den Draht in der Richtung der Pfeile, so wird die Nadel, nach dem vorhergehenden Gesetze, sowohl durch den Strom in *a b*, als in *c d* in gleicher Richtung abgelenkt werden. Es wird also die ablenkende Wirkung doppelt so groß sein, als wenn nur ein Drahtstück auf die Nadel eingewirkt hätte, weil auch die Zahl der diese Ablenkung bewirkenden Kraftlinien bei gleicher Stromstärke die doppelte sein wird (§. 43).

Wird der Draht vielemal in derselben Richtung um die Nadel in der Weise, wie in Fig. 51, gewunden, so wird die ablenkende Kraft im Vergleiche mit der ablenkenden Wirkung eines einzigen, mit der Nadel parallel laufenden Drahtstückes zweimal so oft größer sein, als die Anzahl der Umwindungen beträgt. Es wird also durch eine solche Anordnung die Wirkung

eines Stromes auf eine Magnetnadel vervielfacht und daher auch die ganze Vorrichtung Multiplicator genannt.

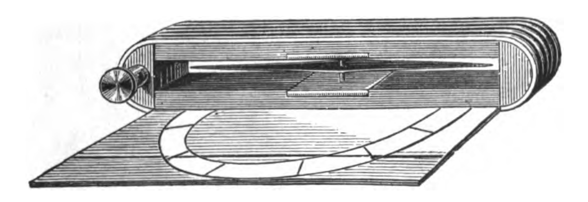
Die einzelnen Drahtwindungen eines solchen Multiplicators müssen gut voneinander isoliert sein, weil sonst der Strom den Draht nicht in seiner ganzen Länge durchlaufen und an Wirkung verlieren würde.

§. 54. Galvanometer und Galvanoskop oder Boussole.

Die ablenkende Wirkung, welche der elektrische Strom auf die Magnetnadel ausübt, ist für die Telegraphie von der

Fig. 52.



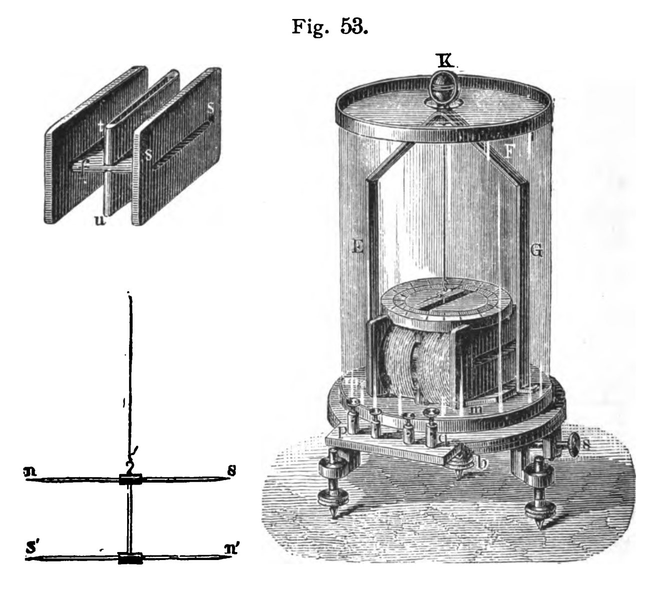


größten Wichtigkeit, weil mit einer entsprechend construierten Vorrichtung nicht nur das Vorhandensein eines elektrischen Stromes sofort erkannt, sondern auch dessen Richtung und Stärke bestimmt werden kann. Die Größe der Ablenkung hängt nämlich auch von der Stromstärke ab und es kann daher umgekehrt von der Größe der Ablenkung auf die Stromstärke geschlossen werden.

Instrumente, welche nur dazu dienen, das Vorhandensein eines elektrischen Stromes anzuzeigen, bei welchen aber aus der Größe der Nadelablenkung nur ein vergleichender Schluss auf die Stromstärke gezogen werden kann, ohne eine absolute Messung zu gestatten, nennt man Galvanoskope oder auch Boussolen. Eines der einfachsten Galvanoskope stellt Fig. 52 dar. Innerhalb des mit einer Reihe von Windungen isolierten

Drahtes belegten Holzrähmchens schwingt, auf eine verticale Achse aufgesetzt, eine Magnetnadel. Unterhalb des Rähmchens befindet sich eine Gradscala, welche die Größe der Ablenkung abzulesen gestattet. Die Nadel wird durch Drehung des ganzen Instrumentchens so eingestellt, dass der Nordpol derselben mit seiner Spitze auf den 0-Punkt der Scala einspielt. Durchläuft nun ein Strom die Drahtwindungen, so wird die Nadel nach rechts oder links abgelenkt. Aus der Richtung der Ablenkung

Fig. 53.



kann die Stromrichtung bestimmt, aus der Größe der Ablenkung jedoch nur ein vergleichender Schluss auf die Stromstärke gezogen werden.

Zur directen absoluten Messung der Stromstärken benöthigt man zumeist sehr empfindliche Instrumente, welche mit dem Namen Galvanometer belegt werden. Eine Form eines solchen Messinstrumentes ist in Fig. 53 dargestellt. Hier sind zwei Magnetnadeln so übereinander gestellt und fest verbunden, dass sich je ein Nord- und Südpol gegenüber stehen, wodurch die richtende Kraft der Erde, wenn die Pole gleich stark

magnetisch wären, aufgehoben würde. Die Richtkraft der Erde soll aber, um das Instrument empfindlicher zu machen, nur geschwächt werden, weshalb die eine Nadel, gewöhnlich die obere, immer etwas stärker magnetisiert wird. Diese Magnetnadeln, astatische Nadeln genannt, sind nun an einem Coconfaden so aufgehängt, dass die untere Nadel innerhalb der Windungen des Multiplicators, die obere Nadel oberhalb desselben sich bewegt. Die obere Nadel bildet gleich den Zeiger, um die Größe der Ablenkung an der am Multiplicatorrahmen befindlichen Scala ablesen zu können. Die ablenkende Wirkung des Stromes ist bezüglich der Richtung für beide Nadeln gleich, so dass sich dieselben in ihrer Bewegung unterstützen. Das ganze, sehr empfindliche Instrument wird zum Schutze mit einem Glassturze bedeckt, an dessen oberer Mitte auch der Coconfaden befestigt ist. An dem Fußgestell des Instrumentes sind mehrere Klemmen angebracht, um den Strom einzuleiten und auch aus dem Multiplicator eine Reihe von Windungen nach Bedarf ein- oder ausschalten zu können.

§. 55. Wirkungsweise des Galvanometers.

Um sich über die Art und Weise, in welcher das Galvanometer zur Messung der Stromstärken benützt werden kann, klar zu werden, muss man sich stets vorstellen, dass der elektrische Strom die Magnetnadel aus der Lage von Norden nach Süden um 90° zu drehen bestrebt ist, während der Erdmagnetismus die Nadel wieder in die normale Lage zurückzuführen trachtet. Es werden also zwei Kräfte in verschiedener Richtung auf die Nadel einwirken. Die Nadel kann daher nur in jener Lage in Ruhe bleiben, in welcher sich diese beiden Kräfte das Gleichgewicht halten. Nun geht aber, wenn eine Kraft nicht senkrecht einwirkt, stets ein Theil derselben an dem Widerstande der Achse verloren, und zwar umsomehr, je mehr sich der Winkel, unter welchem die Kraft einwirkt, dem Winkel von 0° oder 180° nähert. Stellt Fig. 54 eine Magnetnadel *a b* vor, so wird selbe von dem Strome um 90°

zu drehen gesucht und kann die Angriffsrichtung senkrecht auf die Nadelspitzen gedacht werden.

Der Erdmagnetismus sucht die Nadel festzuhalten. Hier wirkt die Kraft jedoch in der Richtung der Verlängerung der Nadel und geht infolge des Widerstandes der Achse verloren.

Fig. 54.

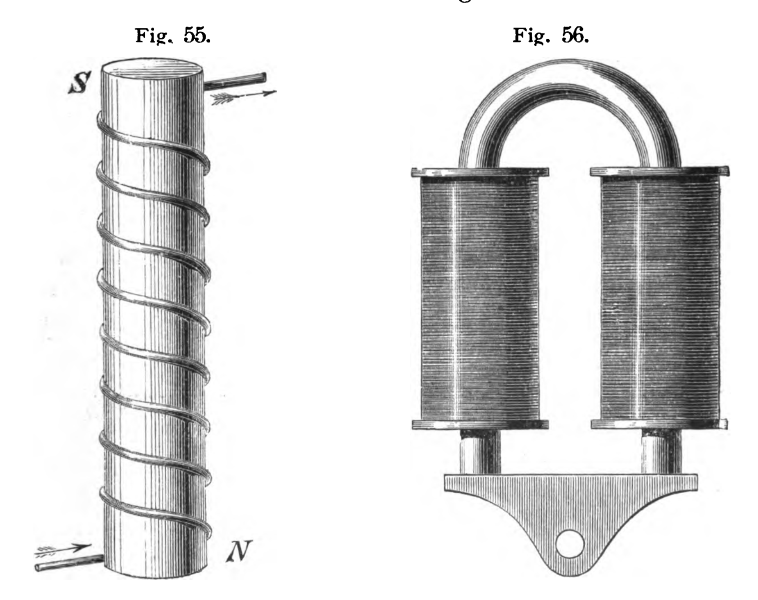
In der zweiten Lage $a^1\, b^1$ wirken aber beide Kräfte stets in derselben Richtung unter einem Winkel auf die Nadel ein. Von der ablenkenden Kraft des Stromes geht ein Theil verloren, und zwar desto mehr, je mehr sich die Nadel der auf $a\,b$ senkrechten Stellung nähert. In gleichem Maße aber wächst auch die Richtkraft der Erde auf den Magnet. Es ist daher leicht einzusehen, dass, da mit der zunehmenden Drehung der Nadel die Drehkraft des Stromes ab-, die Richtkraft der Erde dagegen zunimmt, die Größe des Ablenkungswinkels nicht proportional der Stromstärke sein wird, somit auch keinen directen Maßstab für die Stromstärke abgeben kann. Dieselbe muss aus dem Ablenkungswinkel erst berechnet werden.

§. 56. Einwirkung des elektrischen Stromes auf weiches Eisen.

Wird auf einen Stab von weichem Eisen (Fig. 55) eine Reihe Windungen isolierten Leitungsdrahtes aufgeschoben und sendet man einen elektrischen Strom durch denselben, so wird das Eisen kräftig magnetisch. Das eine Ende des Stabes wird ein magnetischer Nord-, das andere Ende ein magnetischer Südpol. Der Eisenstab verliert aber sofort wieder seinen Magnetismus, sobald die Einwirkung des elektrischen Stromes aufhört, beziehungsweise sobald der Strom unterbrochen wird. Eine derartige Vorrichtung wird ein *Elektromagnet,* und der auf diese Art und Weise erzeugte Magnetismus Elektro-

magnetismus genannt. Wie beim Solenoide (§. 43) bereits gezeigt wurde, wirkt dasselbe, wenn stromdurchflossen, wie eine Magnetnadel. Die den weichen Eisenkern umgebenden Drahtwindungen sind nichts als ein Solenoid. Wird nun in ein solches Solenoid ein weicher Eisenkern eingeschoben, so wirken die von den einzelnen Solenoidwindungen ausgehenden Kraftlinien, indem sie das Eisen durchdringen, auf die Elementarmagnete (§. 5) richtend ein und das Eisen muss magnetisch werden.

Fig. 55. Fig. 56.



Um die Pole des Elektromagnetes zu bestimmen, gilt folgende Regel: Man denke sich selbst in dem um den Eisenkern gewundenen Draht, in der Richtung des Stromes mit dem Kopfe nach vorne so schwimmend, dass das Gesicht stets dem Eisenkerne zugewendet ist, so wird sich der Nordpol stets zur linken Hand befinden.*) Bei hufeisenförmigen Elektromagneten muss man sich dieselben stets gerade gestreckt denken.

*) Es werden sich daher die Pole des Elektromagnetes sofort umkehren, sobald die Stromrichtung geändert wird.

Da es sich bei den Elektromagneten in den meisten Fällen nur darum handelt, dass selbe ein Stück weiches Eisen, einen sogenannten Anker, möglichst kräftig anziehen, so gibt man denselben meistens die Hufeisenform (Fig. 56), wodurch beide Pole zur Ausnützung gelangen. Auch umwickelt man in der Regel die Schenkel des Hufeisens nicht direct mit dem isolierten Drahte, sondern windet denselben sorgfältig und möglichst parallel über Spulen von Holz oder Pappe, welche dünne Wandungen und vorspringende Ränder haben. Diese mit isoliertem Drahte umwickelten Spulen, welche auf die Eisenkerne geschoben werden, nennt man Magnetisierungsspiralen oder Multiplicationsspulen.

§. 57. Gesetze des Elektromagnetismus.

Die Stärke oder Intensität des in einem Eisenkerne hervorgerufenen Magnetismus steht in directem Verhältnisse zu der Stromstärke und der Anzahl der Drahtwindungen in den Magnetisierungsspiralen. Der Magnetismus tritt daher umso kräftiger auf, je größer die Stromstärke und je größer die Anzahl der Drahtwindungen ist.

Sie hängt jedoch auch von der Entfernung der Drahtwindungen von dem Eisenkerne ab, und ist die Wirkung des Stromes umso kräftiger, je näher die Drahtwindungen an den Eisenkern anliegen.

Der Magnetismus erreicht jedoch in jedem Eisenkerne nur ein ganz bestimmtes Maximum, welches nicht überschritten werden kann, und über welches hinaus die Verstärkung des Stromes oder die Vermehrung der Anzahl der Drahtwindungen ohne Einfluss bleibt. Hat ein Eisenkern dieses Maximum erreicht, so sagt man, er ist gesättigt.

Die Größe des magnetischen Sättigungsvermögens eines Eisenstabes hängt hauptsächlich von der Größe des Querschnittes desselben und der Eisensorte ab. Je weicher das Eisen, desto größer ist seine Magnetisierungsfähigkeit.

§. 58. Construction der Elektromagnete.

Zu den Elektromagneten werden zumeist cylinderförmige, mitunter auch rechteckige Eisenstäbe verwendet, welche entweder hufeisenförmig gebogen (Fig. 56) oder auf eine eiserne Grundplatte (Fig. 57) aufgesetzt werden. Der Querschnitt der Eisenstäbe wird nach der Größe des zu erzeugenden Magnetismus gewählt und erhält sodann der Eisenstab am zweckmäßigsten die elf- bis zwölffache Länge eines Durchmessers.

Fig. 57.

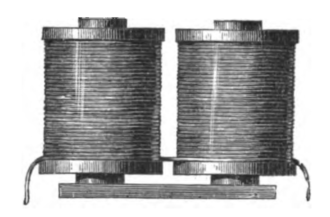


Fig. 58.

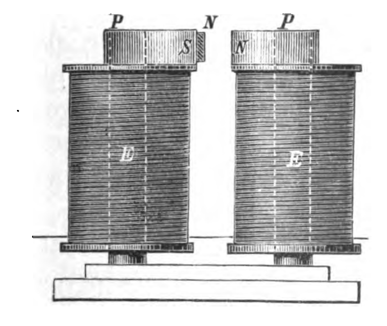
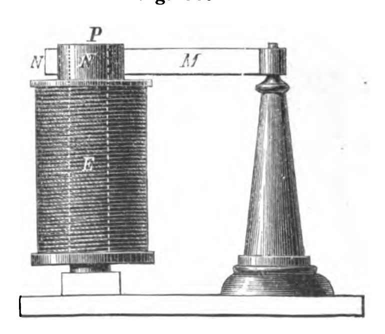


Fig. 59.



Die Magnetisierungsspiralen eines Elektromagnetes wirken nur dann am stärksten, wenn ihr eigener Leitungswiderstand gleich dem gesammten Widerstande des Stromkreises außerhalb der Spirale ist. Es muss also bei rationeller Construction derselben der Widerstand des Stromkreises in Berücksichtigung gezogen werden, und wird man daher, wenn der Widerstand außerhalb der Spirale sehr groß ist, für die Drahtrolle einen Draht von großer Länge und geringem Querschnitte,

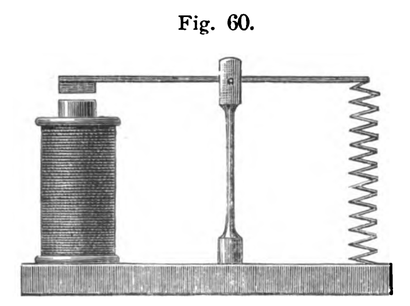
also einen sehr langen feinen Draht, dagegen bei geringem äußeren Widerstande nur einen kurzen dicken Draht verwenden.

In manchen Fällen handelt es sich darum, eine seitliche Anziehung zu erhalten. Dies wird erreicht, indem man auf jeden der über die Magnetisierungsspiralen hervorragenden Pole des Elektromagnet *E E*, ein Stück flaches weiches Eisen, den sogenannten „Polschuh“ *P P* (Fig. 58 und 59), aufsetzt, wodurch die Magnetschenkel verlängert und ihre Polflächen einander zugekehrt werden.

§. 59. Wirkung der Elektromagnete.

In der Telegraphie und elektrischen Signalisierung fällt den Elektromagneten in der Regel die Aufgabe zu, einen an einem doppelarmigen Hebel befestigten Anker anzuziehen und so lange festzuhalten, als der Strom circuliert. Eine an dem entgegengesetzten Arme angebrachte Spiralfeder oder auch ein Übergewicht hebt den Anker ab, sobald der Strom unterbrochen, somit der Magnetismus in den Elektromagneten verschwunden ist (Fig. 60).

Fig. 60.



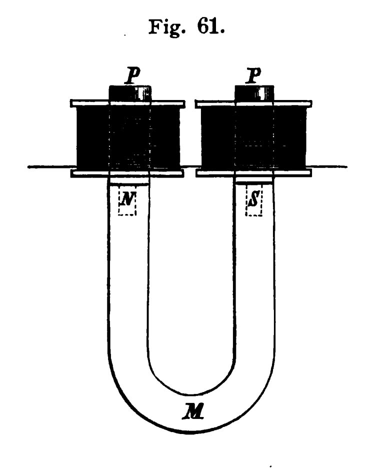
Es muss also der Magnetismus, um den Anker anziehen zu können, die Spannkraft der Feder überwinden, während die Feder nur das geringe Übergewicht des zweiten Hebelarmes aufzuheben hat.

§. 60. Der Elektromagnet von Hughes.

Dieser Elektromagnet besteht (Fig. 61) aus einem kräftigen Stahlmagnete *M*, auf dessen beide Pole Polschuhe aus weichem Eisen $p p_1$ aufgesetzt sind. Auf diese beiden werden in bekannter Weise Multiplicationsspulen aufgeschoben.

Durch die magnetische Induction (§. 6) werden die Polschuhe gleichfalls magnetisch. Der die Multiplicationsspulen durchlaufende Strom hat die Aufgabe, den Magnetismus in den Polschuhen entweder aufzuheben, abzuschwächen, zu verstärken oder endlich die Polarität des Magnetismus umzukehren. Die Polschuhe werden aus dem Grunde aufgesetzt, weil der Stahl des Magnetstabes infolge der Coërcitivkraft (§. 7) den Einwirkungen des elektrischen Stromes nicht so leicht zu folgen vermag.

Fig. 61.



§. 61. Der polarisierte Anker.

An Stelle des für gewöhnlich verwendeten Ankers aus weichem Eisen wird dort, wo es sich darum handelt, kräftigere Wirkungen zu erzielen, ein Stab oder auch ein Hufeisenmagnet als Anker verwendet.

Soll nur ein Pol des Ankers zur Anziehung gelangen, wie dies in Fig. 58 und 59 (§. 58) zur Darstellung gelangte, so wird der eine Pol so in eine verticale Achse drehbar gelagert, dass der zweite Pol zwischen den beiden Polen des Elektromagnetes frei spielen kann.

Die Wechselwirkung zwischen Elektromagnet und Anker ist nun folgende: Der Strom einer bestimmten Richtung macht den einen Pol des Elektromagnetes (§. 56) nord-, den anderen südmagnetisch. Der zwischen den Schuhen liegende Pol des Ankers, welcher als polarisierter Anker bezeichnet wird, wäre ein Nordpol.

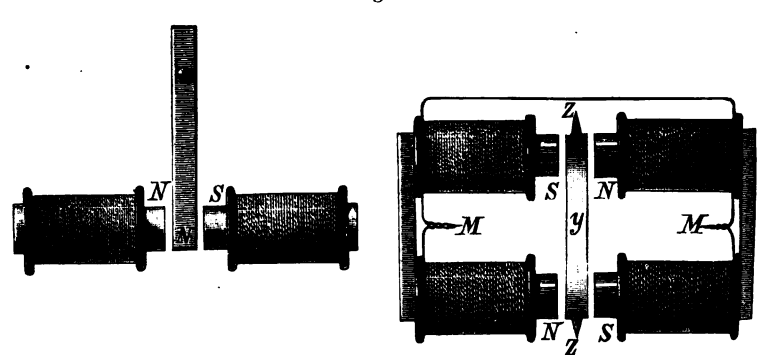
Da gleichnamige Pole sich abstoßen, ungleichnamige Pole sich anziehen, wird der Anker von dem Südpole des Elektromagnetes angezogen und von dem Nordpole desselben

abgestoßen. Wird die Stromrichtung geändert, so wird der Nordpol des Elektromagnetes ein Südpol und der Südpol ein Nordpol. Der nunmehr zum Nordpol gewordene Südpol stößt den Anker ab, der Südpol (früher Nordpol) zieht denselben an. Der Anker bewegt sich somit zu dem entgegengesetzten Pole des Elektromagnetes und legt sich an selben an.

Als Bedingung für die Bewegung des Ankers ist, dass die Stromrichtung gewechselt wird. In diesem Falle bedarf es auch keiner Abreißfeder.

Sollen beide Pole des Ankers zur Wirkung gelangen,

Fig. 62.



so werden zwei Elektromagnete *M M* (Fig. 62, Seitenansicht und Draufsicht) einander gegenüber gestellt und zwischen denselben ein Hufeisenmagnet *y* um die Zapfen *z z* drehbar so gelagert, dass dessen Pole genau in der Mitte zwischen den Polen der Elektromagnete stehen. Die Windungen der Elektromagnete sind so angeordnet, dass bei Durchgang des Stromes die einander gegenüberliegenden Pole entgegengesetzte Polarität haben. Da die Polarität des Hufeisenmagnetes nicht wechselt, wird, wenn die Stromrichtung in den Elektromagneten und sohin auch deren Polarität fortwährend gewechselt wird, ein fortwährendes Hin- und Herschleudern des als Anker dienenden Hufeisenmagnetes so lange stattfinden müssen, als der Stromwechsel dauert.

§. 62. Remanenter Magnetismus.

Je reiner und weicher das zur Herstellung der Elektromagnete verwendete Eisen ist, desto rascher nimmt dasselbe den Magnetismus durch den elektrischen Strom an und desto rascher verliert es denselben, wenn der Strom unterbrochen wird. Es bleibt jedoch, wie die Erfahrung lehrt, noch nach einiger Zeit ein gewisser Grad von Magnetismus in dem Eisenkerne zurück und verwandelt denselben sonach in einen permanenten Magnet.

Diesen rückbleibenden Magnetismus nennt man den remanenten Magnetismus.

Die Stärke des remanenten Magnetismus, dessen Entstehung sich daraus erklären lässt, dass die Kraft, welche die gerichteten Elementar- oder Molecularmagnete in ihre ursprüngliche Lage zurückführt, etwa wie eine Feder, nach und nach nachlässt, hängt von der Härte des verwendeten Eisens ab. Dieselbe ist umso größer, je härter das Eisen ist, daher am größten bei gehärtetem Stahle, bei welchem ein großer Theil des durch den elektrischen Strom erzeugten Magnetismus rückbehalten werden kann. Hierdurch ist auch ein Mittel geboten, die kräftigsten Stahlmagnete zu erzeugen (§. 10).

Für die elektro-magnetischen Apparate ist jedoch der remanente Magnetismus von so nachtheiligem Einflusse, dass er dieselben mitunter gänzlich unbrauchbar machen kann.

Nach §. 59 wird angenommen, dass der Elektromagnet durch Unterbrechung des Stromes völlig unmagnetisch wird. Ist jedoch in dem Eisenkerne des Elektromagnetes remanenter Magnetismus vorhanden, so wird, wenn bei Aufhören des Stromes der Anker von denselben abgehoben werden soll, noch die anziehende Kraft des zurückgebliebenen Magnetismus überwunden und dementsprechend die Abreißfeder stärker gespannt werden müssen.

Um in einem stromlosen, jedoch mit remanentem Magnetismus behafteten Elektromagnete den Anker abzureißen, muss die Feder (Fig. 60) stärker gespannt werden, weil sie außer

dem Gewichte des Ankers noch die anziehende Kraft des remanenten Magnetismus zu überwinden hat.

Die Anziehungskraft eines Magnetes nimmt (§. 11) im Verhältnisse des Quadrates der Entfernungen ab. Die Kraft, mit welcher der stromdurchflossene Elektromagnet den abgerissenen, daher entfernten Anker anzieht, ist somit bedeutend geringer als die Kraft, mit welcher derselbe den angezogenen Anker festhält. Diese geringere Kraft hat aber die vergrößerte Spannung der Feder zu überwinden, um den Anker anzuziehen.

Es ist nun leicht einzusehen, dass, wenn der remanente Magnetismus ein gewisses Maß überschreitet, eine Regulierung der Bewegung vermittelst der Feder nicht mehr möglich ist. Es wird nämlich die Feder, damit sie den von dem stromlosen Elektromagnete, infolge des remanenten Magnetismus, festgehaltenen Anker abreißen kann, so stark gespannt werden müssen, dass die Anziehungskraft des stromdurchflossenen Elektromagnetes auf den abgerissenen Anker nicht mehr ausreicht, um die Gegenwirkung der Feder zu überwinden. Wird umgekehrt die Feder so weit nachgelassen, dass der Elektromagnet den Anker anzuziehen vermag, so ist deren Kraft wieder zu gering, um der anziehenden Wirkung des remanenten Magnetismus gegenüber den Anker abzureißen.

Der remanente Magnetismus bildet mit einen Grund für die Hauptregel bei der Regulierung der elektromagnetischen Apparate, dass der Anker nie direct auf die Eisenkerne der Elektromagnete aufliegen darf, sondern immer in einiger Entfernung von denselben gehalten werden muss.

Um das Auftreten von remanentem Magnetismus in den Eisenkernen von vorneweg möglichst hintanzuhalten, ist es nothwendig, zur Herstellung derselben möglichst weiches oder, da die Härte desselben von anderen chemischen Beimengungen, insbesondere aber Kohlenstoff, abhängt, möglichst reines, kohlenstofffreies Eisen zu verwenden.

Der remanente Magnetismus kann durch Wechsel der Stromrichtung in den Magnetisierungsspiralen beseitigt werden, indem hierdurch in den Eisenkernen entgegengesetzte Polarität

hervorgerufen wird. Dieser Wechsel der Stromrichtung wird jedoch nur für kurze Zeit von Erfolg begleitet sein, da die Eisenkerne sehr bald remanenten Magnetismus entgegengesetzter Richtung annehmen werden.

Gründlich ist derselbe nur durch Ausglühen der Eisenkerne zu beseitigen, wobei jedoch auf möglichst langsames Abkühlen derselben Bedacht genommen werden muss. Am besten werden die Eisenkerne in eine Lehmhülle geschlagen, mit diesem Beschlage in einem Holzkohlenfeuer ausgeglüht und in der Asche langsam abkühlen gelassen.

II.

Die Telegraphie.

A. Vorbegriffe.

§. 63. Begriff der Telegraphie.

Jede Vorrichtung, welche den Zweck hat, Nachrichten auf weite Entfernungen durch sinnlich wahrnehmbare Zeichen mit der größten Beschleunigung zu übertragen, wird Telegraph oder Fernschreiber genannt.

Die Art und Weise der Beförderung der Nachrichten selbst heißt Telegraphie oder Fernschreibekunst.

Je nach den Mitteln, welche zur Weiterverpflanzung der Nachrichten angewendet werden, und je nach der Art und Weise, in welcher dieselben zur sinnlichen Wahrnehmung gelangen, unterscheidet man optische, akustische, pneumatische (Luftdruck), hydraulische (Wasserdruck) und elektrische Telegraphen.

§. 64. Telegraphie und Signalisierung.

Wiewohl jede Vorrichtung, mit welcher Nachrichten auf weite Entfernungen hin rasch weiter befördert werden können,

als Telegraph zu bezeichnen ist, so unterscheidet man doch zwischen Telegraphie und Signalisierung. Unter Telegraphie im engeren Sinne des Wortes wird jene Art und Weise des Fernverkehres verstanden, welche die unbeschränkte Vermittelung jeder beliebigen Nachricht unbehindert gestattet. Bei der Signalisierung jedoch kann nur eine beschränkte Anzahl ein- für allemal festgesetzter Begriffe ganz bestimmter Natur weiter befördert werden, und gelangen diese Begriffe in auffälliger und leicht verständlicher Weise durch Zeichen conventioneller Form (sogenannte Signale) zum Ausdrucke.

Dementsprechend wird auch hier zwischen elektrischer Telegraphie und elektrischer Signalisierung unterschieden werden müssen.

§. 65. Telegraphie und Telephonie.

Mittelst des Telegraphen kann mit Hilfe vereinbarter Zeichen jede Nachricht in unbeschränktem Umfange auf weite Entfernungen hin übertragen werden.

Das Telephon gestattet jedoch diese Übertragung ohne solche Zeichen, indem das gesprochene Wort am Empfangsorte als solches zum Ausdruck kommt und abgehört werden kann.

Man hat daher, wiewohl die gleichen Zwecke, jedoch in verschiedener Weise erreicht werden, auch zwischen Telegraphie und Telephonie zu unterscheiden.

Da die Mittheilungen des Telegraphen zumeist in bleibenden Zeichen hinterlegt werden, nennt man ihn zum Unterschiede von dem Telephone oder Fernsprecher auch Fernschreiber.

§. 66. Princip des elektrischen Telegraphen.

Die ungeheuere Geschwindigkeit, mit welcher die Elektricität sich fortpflanzt, die Leichtigkeit, mit welcher dieselbe auf weite größere Entfernungen als Licht und Schall ohne Rücksicht auf Terrainhindernisse weitergeleitet werden kann, ließen sehr bald den hohen Wert der Elektricität für die Telegraphie erkennen.

Allein die Versuche blieben und mussten so lange erfolglos bleiben, bis es nicht gelungen war, die Kraft des elektrischen Stromes in mechanische Arbeit umzusetzen. Daher war es erst die Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom (§. 52), mit welcher die Aufgabe der elektrischen Kraftübertragung gelöst erschien. Diese Entdeckung wirkte auch bahnbrechend für den elektrischen Telegraphen, und datiert erst von diesem Zeitpunkte dessen rapide Entwickelung und Verbreitung.

Doch erst die Erkenntnis der magnetisierenden Wirkung des elektrischen Stromes (§. 56) war es, welche den elektrischen Telegraphen auf die hohe Stufe der heutigen Entwickelung brachte und ihm jene Verwendbarkeit sicherte, für welche das den ganzen Erdball umspinnende Telegraphennetz das beste Zeugnis gibt. Es war hierdurch eben ein viel vollkommeneres Mittel zur Umwandlung der Kraft des Stromes in mechanische Arbeit gewonnen.

Der elektrische Telegraph beruht daher nur auf Umwandlung der elektromotorischen Kraft der Elektricitätsquelle in mechanische Arbeit. Um diese Kraftübertragung bewirken zu können, bedarf es im Principe folgender Vorrichtungen:

1. Einer Elektricitätsquelle (Batterie, Inductor).
2. Eines Apparates, in welchem die elektromotorische Kraft in mechanische Kraft (magnetische Anziehung) umgewandelt wird, und welche der Empfänger genannt wird.
3. Einer Vorrichtung, mittelst welcher die Umsetzung der elektromotorischen Kraft in Arbeitsleistung nach Belieben reguliert werden kann, den Zeichengeber.
4. Einer elektrisch leitenden, nach außenhin möglichst isolierten Verbindung der einzelnen Vorrichtungen untereinander, der Telegraphenleitung.

§. 67. Arbeits-, Ruhe- und Gegenstrom.

Mit Bezug auf die Anordnung der Elektricitätsquelle kann die Verbindung der einzelnen, zu einer vollständigen Telegraphen-

einrichtung gehörigen Apparate eine verschiedene sein. Man unterscheidet hierbei folgende drei Systeme:

a) Das Arbeitsstromsystem. Bei diesem Systeme ist die Elektricitätsquelle in der Ruhelage der Apparate, das heißt, wenn nicht telegraphiert wird, nicht in Thätigkeit und aus dem Stromkreise ausgeschaltet, und wird erst, wenn gearbeitet wird, durch den Zeichengeber dadurch in Thätigkeit gesetzt, dass sie in den Stromkreis eingeschaltet wird. Die Zeichengebung erfolgt hier durch abwechselndes Ein- und Ausschalten der Elektricitätsquelle in den, beziehungsweise aus dem Stromkreise (Fig. 63).

b) Das Ruhestromsystem. Entgegengesetzt dem Arbeitsstromsysteme, ist bei diesem Systeme die Elektricitätsquelle im Ruhezustande in fortwährender Thätigkeit und ist selbe daher direct in den Stromkreis eingeschaltet. Die Zeichengebung erfolgt durch abwechselndes Öffnen und Schließen des Stromkreises (Fig. 64).

c) Das Gegenstromsystem. Dieses System beruht auf der Thatsache, dass zwei gleich starke, aber in entgegengesetzter Richtung wirkende, in ein und denselben Stromkreis eingeschaltete Elektricitätsquellen sich in ihren Wirkungen gegenseitig aufheben (§. 41). Es wird daher bei diesem Systeme, trotzdem dass die Elektricitätsquellen in den Schließungskreis eingeschaltet sind, derselbe stromlos erscheinen. Die Zeichengebung erfolgt hierbei entweder durch abwechselnde Aus- und Einschaltung der einen Elektricitätsquelle, wodurch die andere allein zur Wirkung kommt, oder durch abwechselnde Theilung des früher ungetheilten Stromkreises in zwei Stromkreise und Herstellung des ungetheilten Stromkreises.

Die Art und Weise, in welcher bei diesen drei verschiedenen Arten des Telegraphierens die Elektricitätsquellen zur

Wirksamkeit gelangen, zeigen die schematischen Darstellungen (Fig. 63—65).

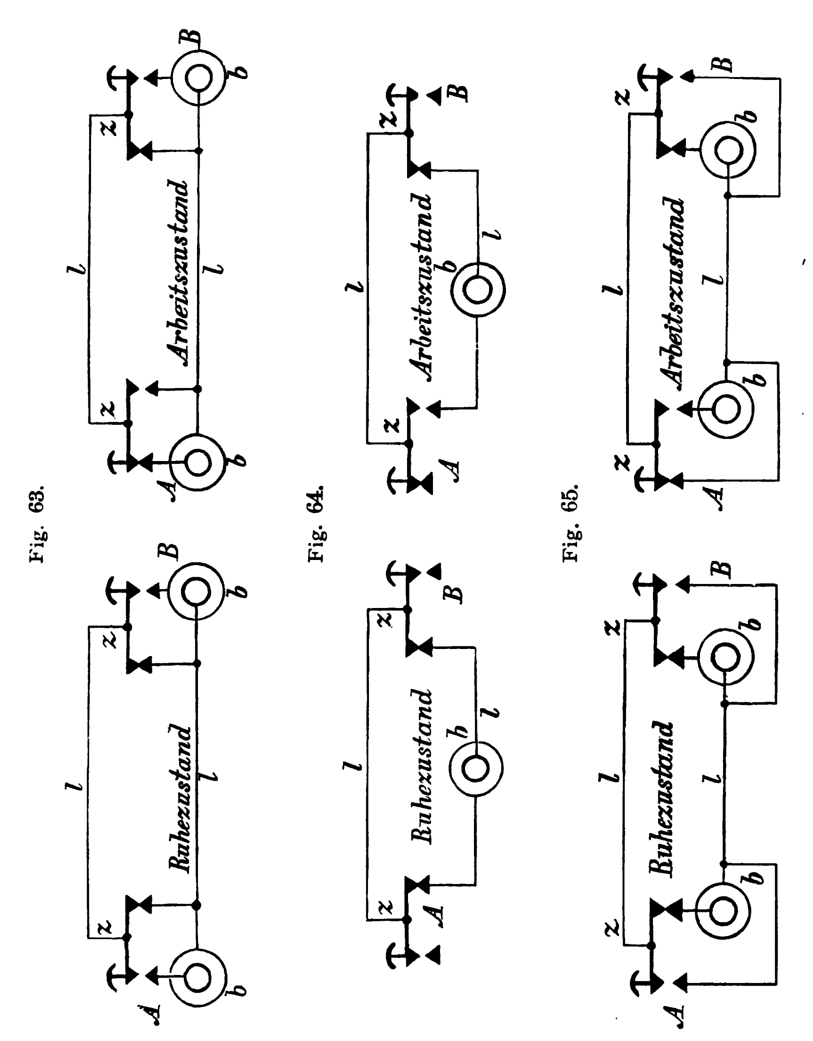


Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65.

In den schematischen Darstellungen dieser 3 Methoden des Telegraphierens bezeichnen *A* und *B* die beiden miteinander durch die Leitungen *l*, *l* verbundenen Stationen, *b* die Batterien

und *z* die Zeichengeber. Die Zeichengeber sind als um ihren Mittelpunkt drehbare Metallhebel anzusehen, welche im Ruhezustande durch eine hier nicht gezeichnete Feder an ein Metallstückcontact angepresst werden und so die leitende Verbindung mit selbem herstellen. Beim Telegraphieren wird der Knopf dieses Hebels nach abwärts gedrückt, die vordere leitende Verbindung unterbrochen, dagegen der Hebel an den hinteren Contact angedrückt und so die leitende Verbindung mit demselben hergestellt. Beim Arbeitszustand wird stets die Station *A* als arbeitend gedacht.

Betrachtet man nun die beiden zueinander gehörigen Schemas Ruhezustand und Arbeitszustand, so sieht man:

A. Für Arbeitsstrom (Fig. 63). 1. Ruhezustand, dass die Batterien, da der rückwärtige Contact, welcher die Verbindung mit den Batterien herstellt, unterbrochen ist, nicht in die Leitung eingeschaltet sind, dieselbe daher stromlos ist.

2. Arbeitszustand, dass die Batterie der arbeitenden Station *A*, weil der rückwärtige Contact geschlossen in die Leitung eingeschaltet ist, in der Leitung daher Strom circuliert. Die Batterie der Station *B* ist ausgeschaltet und kommt erst zur Wirkung, wenn der Zeichengeber derselben niedergedrückt wird.

B. Für Ruhestrom (Fig. 64). 1. Ruhezustand. Die vorderen Contacte des Zeichengebers beider Stationen sind geschlossen, daher die Batterie *b* eingeschaltet, in der Leitung circuliert Strom.

2. Arbeitszustand. Der vordere Contact des Zeichengebers der Station *A* ist unterbrochen, die Leitung daher stromlos.

C. Für Gegenstrom (Fig. 65). 1. Arbeitszustand. Die vorderen Contacte des Zeichengebers beider Stationen sind geschlossen. Beide Batterien sind in die Leitung, aber mit gleichen Polen, eingeschaltet. Sie heben sich daher in ihren Wirkungen gegenseitig auf. Die Leitung ist stromlos.

2. Arbeitszustand. Der vordere Contact des Zeichengebers der Station *A* ist unterbrochen, der rückwärtige Contact und

somit auch der Stromkreis geschlossen und die Batterie der Station B gelangt zur Wirkung. In der Leitung circuliert Strom.

Der Unterschied dieser drei verschiedenen Methoden lässt sich, wie folgt, kennzeichnen: Bei Arbeits- und Gegenstrom ist die Leitung im Ruhezustand stromlos, bei Ruhezustand dagegen stromführend. Die Zeichengebung erfolgt im Arbeitszustand bei Arbeitsstrom durch Entsenden von Strom der eigenen Stationsbatterie, bei Gegenstrom durch Entsenden von Strom der Batterie der Nachbarstation, bei Ruhestrom hingegen durch Unterbrechung des Stromkreises.

Bei Ruhestrom ist nur eine Batterie, bei Gegenstrom sind 2 Batterien, bei Arbeitsstrom aber so viele Batterien erforderlich, als Stationen in die Leitung eingeschaltet sind.

§. 68. Telegraphieren mit Stromdifferenzen.

Für gewisse Zwecke handelt es sich darum, eine Telegraphenlinie gleichzeitig sowohl für die elektrische Signalisierung, als auch zur Vermittelung telegraphischer Correspondenzen auszunützen. Diese doppelte Verwendbarkeit der Telegraphenleitung wird dadurch ermöglicht, dass man die empfindlicheren Telegraphenapparate durch eine Verstärkung oder Schwächung des circulierenden Stromes zum Ansprechen bringen kann. Diese Stromvermehrung, beziehungsweise Stromverminderung, darf natürlich eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, da sonst auch die gröber adjustierten, daher auch minder empfindlichen Signalapparate hierdurch beeinflusst werden könnten. Das Sprechen mit Stromvermehrung, welches in der Wirkungsweise dem Arbeitsstromsystem entspricht, wird durch Einschalten einer Batterie durch den Zeichengeber vermittelt, während beim Sprechen mittels Stromverminderung dieselbe durch Einschalten eines künstlichen Widerstandes in die Telegraphenlinie hervorgerufen wird.

Man denke sich eine von einem constanten Strome durchflossene Telegraphenleitung, in welche eine Serie von Signal- und Telegraphenapparaten eingeschaltet ist. Die Signalapparate seien so reguliert, dass die Anker durch den von dem elektrischen

Strome in den Elektromagneten hervorgerufenen Magnetismus festgehalten werden. Die Abreißfedern der Telegraphenapparate (§. 59, Fig. 60) wären dagegen so stark angespannt, dass die Anker von den Elektromagneten abgerissen bleiben. In diesem Falle wird sich eine Anziehung der Anker der Telegraphenapparate nur dadurch erreichen lassen, dass der Magnetismus in den Elektromagneten derselben durch den elektrischen Strom soweit verstärkt wird, um auch in den Telegraphenapparaten den größeren Widerstand der Abreißfeder überwinden zu können. Sobald die durch Einschalten einer Batterie mittels des Zeichengebers hervorgerufene Stromverstärkung aufhört, wird die Abreißfeder der Telegraphenapparate die Anker derselben von den Elektromagneten abreißen, während die Signalapparate in der Ruhelage verbleiben.

Sind die Telegraphenapparate jedoch so reguliert, dass der in der Leitung normal circulierende Strom zwar den Anker an die Elektromagnete anzieht und an selben festhält, eine bestimmte Verminderung desselben jedoch schon das Abreißen der Anker von den Elektromagneten herbeiführt, so werden, wenn mittelst des Zeichengebers abwechselnd ein künstlicher Widerstand in die Leitung ein-, beziehungsweise aus derselben geschaltet wird, die Telegraphenapparate ansprechen. Damit jedoch die in dieselbe Leitung eingeschalteten Signalapparate durch diese Stromverminderung nicht ebenfalls beeinflusst werden, ist es nothwendig, dieselben so zu regulieren, dass solche Stromdifferenzen, welche ein bestimmtes Maß nicht überschreiten dürfen, auf selbe nicht einwirken können.

Das Telegraphieren durch Stromvermehrung findet sehr seltene, das durch Stromverminderung häufige Anwendung.

§. 69. Eintheilung der Telegraphenapparate.

Die als Empfänger verwendeten Telegraphenapparate zeigen entweder die vermittelten Zeichen nur vorübergehend an, oder legen selbe für die Dauer nieder. Es sind demnach zwei Hauptgruppen derselben zu unterscheiden und zwar die Zeichen- und die Schreibapparate. Zur ersteren Gruppe

gehören die Nadel- und Zeiger, sowie die akustischen Apparate, welche die Zeichen durch Bewegung der Nadel oder des Zeigers beziehungsweise durch Klopfen oder Glockenschläge vermitteln. In die zweite Gruppe reihen die Druck-, Typendruck- und Copiertelegraphen-Apparate ein.

Für Eisenbahnzwecke sind, da der Eisenbahndienst eine bleibende Aufschreibung der erhaltenen Mittheilungen erfordert, nur die in der zweiten Gruppe angeführten Apparate verwendbar, und sind es nur die Schreib- oder Drucktelegraphenapparate und unter diesen wieder speciell nur das unter dem Namen Morse bekannte Apparatsystem, welches allgemeine Anwendung gefunden hat.

B. Die galvanischen Elemente.

§. 70. Verwendete Elemente.

Als Elektricitätserzeuger für den Betrieb der elektrischen Telegraphen werden, mit nur wenigen Ausnahmen, ausschließlich zu Batterien vereinigte galvanische Elemente und in neuerer Zeit auch Accumulatoren verwendet.

Je nach Bedarf werden hierzu constante und inconstante Elemente in Gebrauch genommen (§. 28). Letztere werden in allen jenen Fällen, wo der Stromschluss nur während der Arbeit des Telegraphierens erfolgt und die Leitungskette im Ruhezustande stromlos ist (§. 67), also bei Einrichtung nach dem Arbeits- und Gegenstromsysteme (letzteres findet für die eigentliche Telegraphie oder Telegraphie im engeren Sinne des Wortes bisher keine Anwendung) aus dem Grunde bevorzugt, weil selbe eine höhere elektromotorische Kraft (§. 29) als die brauchbaren constanten Elemente besitzen, und die schädliche Wirkung der Polarisation (§. 27) bei diesen Betriebssystemen nicht zur Geltung gelangen kann, indem der Stromschluss zumeist von nur so kurzer Dauer ist, dass überhaupt nur eine sehr geringe, kaum merkbare Polarisation auftritt, welche während der Ruhepausen sofort wieder verschwindet.

Für den Betrieb des Telegraphen nach dem Systeme Ruhestrom oder, wie man auch sagt, mit Ruheströmen, ist dagegen die Verwendung constanter Elemente unerlässlich. Die allgemeinst angewendeten constanten Elemente sind die Elemente von Daniell, Meidinger, Callaud und Kohlfürst.

Unter den inconstanten Elementen, welche für den Betrieb der Telegraphen verwendet werden, dominiert wegen seiner vielen Vorzüge das Element Leclanché und hat dasselbe fast alle anderen inconstanten Elemente aus dem praktischen Gebrauche verdrängt.

§. 71. Chemischer Process in den Zink-Kupferelementen.

Die Zink-Kupferelemente, zu welchen die vier oben erwähnten constanten Elemente zu rechnen sind, bezwecken, wie alle constanten Elemente, die Bildung freien Wasserstoffes und dessen Ansetzen an die elektronegative Elektrode (positiver Pol, Anode §§. 23 und 24) zu verhindern. Als Elektroden werden Zink und Kupfer verwendet und bildet das Zink der Spannungsreihe entsprechend die elektropositive oder auch die Lösungselektrode, Kathode (§. 26), das Kupfer die elektronegative Elektrode oder Anode.

Das zur Erzielung eines constanten elektrischen Stromes verwendete Kupfervitriol hat die doppelte Aufgabe zu erfüllen, die zur Aufzehrung des Zinkes nöthige Quantität Schwefelsäure zu liefern und gleichzeitig den durch Wasserzersetzung frei werdenden Wasserstoff sofort im Entstehungsmomente zu binden.

Der chemische Process, auf welchem die Elektricitätserzeugung im Elemente beruht, lässt sich nun, wie folgt, erklären:

Tritt eine Lösung von Kupfervitriol mit metallischem Zink in Berührung, so wird das Kupfervitriol, auch Kupfersulfat genannt, in seine Bestandtheile zersetzt, metallisches Kupfer wird niedergeschlagen und Schwefelsäure wird frei. Man hat nun folgende Stoffe im Elemente: Zink, Kupfer,

freie Schwefelsäure und Kupfersulfat mit nachstehender chemischer Formel:

$$\underbrace{Zn}_{\text{Zink}} + \underbrace{H_2\,S\,O_4}_{\text{Schwefelsäure}} + \underbrace{Cu\,S\,O_4}_{\text{Kupfervitriol}}.$$

Diese Stoffe setzen sich nun unter gleichzeitiger Elektricitätsentwickelung in folgende Verbindungen um:

$$\underbrace{Zn\,S\,O_4}_{\text{Zinkvitriol}} + \underbrace{H_2\,S\,O_4}_{\text{Schwefelsäure}} + \underbrace{Cu}_{\text{Kupfer.}}$$

Man sieht daraus, dass das Vorhandensein freier Schwefelsäure für die Wirksamkeit des Elementes Bedingung ist, dass es aber an derselben so lange nicht fehlen wird, so lange sich Kupfervitriol im Elemente befindet. Die Wirkung des Elementes wird daher so lange eine constante sein, als noch Kupfervitriol im Elemente in Vorrath ist und Zink aufgelöst werden kann.

Da die Bildung freien Wasserstoffes gehindert ist, können in dem Elemente auch keine Polarisationserscheinungen auftreten. Die Löslichkeit des Zinkvitriols in Wasser bedingt es, dass das Zink stets rein bleibt und dem Zutritte der freien Schwefelsäure zum Zink kein mechanisches Hindernis geboten wird.

Würde die Verbindung von Zink mit Schwefelsäure im Wasser unlöslich sein, so würde, trotz Vorhandensein von Zink und Kupfervitriol, die chemische und somit auch elektromotorische Wirkung des Elementes bald aufhören, weil sich das Zink mit der unlöslichen Verbindung belegen und letztere den Zutritt der Schwefelsäure mechanisch hemmen und somit die Weiterentwickelung des chemischen Processes hindern würde.

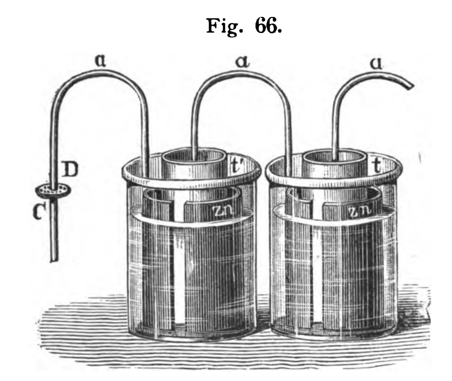
Grundbedingung für alle galvanischen Elemente ist es daher, dass die Verbindung, welche die Lösungselektrode mit den Vorrathsstoffen des Elementes eingeht, in der Flüssigkeit des Elementes löslich sei.

§. 72. Das Daniell-Element.

(Fig. 66.) In das äußere Glasgefäß wird ein poröser Cylinder aus gebranntem Thon (Diaphragma) eingesetzt. Dieser Thoncylinder wird von einem, zumeist aus gewalztem Zink gebildeten Zinkcylinder *Zn* umgeben. Innerhalb des Thoncylinders wird der aus einem Kupfercylinder oder Kupferstreifen gebildete Kupferpol eingestellt und werden außerdem in denselben Kupfervitriolkrystalle, in das äußere Glasgefäß dagegen Wasser gefüllt, so dass der Zinkcylinder im Wasser steht.

Die Verbindung der einzelnen Elemente untereinander erfolgt in der Weise, dass sowohl von dem Zinkcylinder als auch dem Kupferpole ein Kupferstreifen hervorragt, an welchem eine Verbindungsklemme angenietet ist. In diese Klemmen wird ein Stück Kupferdraht eingeklemmt, so dass bei Hintereinanderschaltung der Elemente (§. 41) stets der Zinkpol des einen Elementes mit dem Kupferpole des vorhergehenden Elementes verbunden wird. Bei der Verbindung in Fig. 66 wird der vom Kupferpole abgehende Kupferstreifen *a* direct an den Zinkstreifen des folgenden Elementes angenietet. Letztere Verbindung ist die gebräuchlichere und vortheilhaftere, weil mangelhafte Verbindungen der Elemente untereinander, wie solche bei Zusammenstellung der Batterien durch zu schwaches Anziehen der Klemmschrauben leicht vorkommen können, vermieden werden.

Fig. 66.



Bei der letzteren Verbindungsweise ist jedoch stets darauf zu achten, dass die Verbindungsstelle zwischen Zink und Kupfer nicht vom Wasser bedeckt wird.

Nach der im §. 71 gegebenen Erklärung des chemischen Processes in den Zink-Kupferelementen lässt sich auch der Zweck des Diaphragmas (poröse Thonzelle) leicht erklären. Tritt eine Kupfervitriollösung direct mit metallischem Zinke in Berührung, so wird das Kupfervitriol in seine Bestandtheile zerlegt, wobei sich metallisches Kupfer an dem Zinke niederschlägt und die Schwefelsäure mit dem Zinke zu schwefelsaurem Zinkoxyd verbindet. Letzteres löst sich in dem Wasser. Es würde daher, da bei diesem Processe, wenn der Stromkreis offen ist, keine Elektricität frei wird, soferne dem directen Zutritte der Kupfervitriollösung zum Zinke kein Hindernis geboten ist, unnütz Material verzehrt werden und außerdem sehr bald eine Schwächung der elektromotorischen Wirkung des Elementes eintreten.

Der Thoncylinder hemmt nun, wiewohl die Kupfervitriollösung durch dessen Poren heraustreten und zum Zinke gelangen kann, die directe Berührung um ein bedeutendes, und er ist es, welcher die lange Constanz des Elementes und die Verminderung des Materialconsums desselben bewirkt.

Die Verwendung der Thonzellen bringt aber auch viele Nachtheile mit sich. Betrachtet man die Thonzelle eines Daniell-Elementes, welches durch längere Zeit Dienste geleistet hat, so findet man, dass selbe mit braunen Linien durchzogen ist, welche von ausgeschiedenem Kupfer herrühren. Diese Ansätze von Kupfer können so weit gehen, dass eine directe Verbindung zwischen Zink und Kupfer des Elementes entsteht und dasselbe hierdurch unwirksam wird. Andererseits werden die Thonzellen durch die Kupferansätze bald brüchig und gehen schnell zugrunde. Ein dritter Nachtheil dieser Zellen ist es, dass der Fassungsraum für das Kupfervitriol ein sehr kleiner ist und eine häufige Neu-, beziehungsweise Nachfüllung der Elemente bedingt.

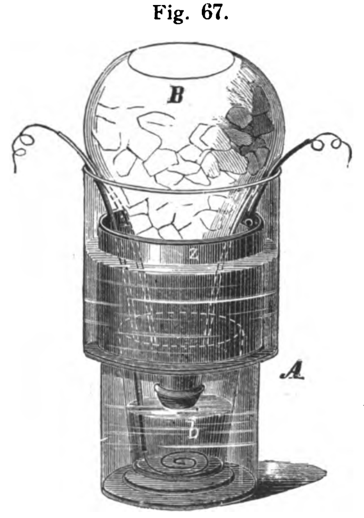
Dass der Verbrauch an Zink und Kupfervitriol, welcher bei directer Berührung entsteht, durch die Thonzelle nicht ganz verhindert wird, ist einleuchtend. Dieser Materialverbrauch ist,

da durch denselben keine Elektricität geliefert wird, ein offenbarer Verlust, lässt sich aber in keiner Weise vollständig hintanhalten. Man nennt diesen Materialverbrauch den Nebenconsum des Elementes und schwankt derselbe zwischen 10 bis 25% des insgesammt verbrauchten Materials.

§. 73. Das Meidinger Ballonelement.

Das Meidinger Ballonelement (Fig. 67) besteht aus einem im unteren Drittel verengten äußeren Glase *A*, in dessen Boden ein zweites kleineres Glasgefäß *b*, welches etwas über die Verengung reicht, eingesetzt wird. In das kleine Glas wird die negative Elektrode (Anode) eingestellt. Dieselbe besteht aus einer Bleiplatte oder einem Kupferstreifen, beziehungsweise einem spiralförmig gerollten Kupferdrahte und ist deren Ableitung vom Rande des kleinen Gefäßes bis zum Austritte aus dem Elemente sorgfältig isoliert. Auf den, durch die Verengung des Glasgefäßes entstehenden Absatz wird der Zinkcylinder *z*, dessen Ableitung nach außen ebenfalls isoliert ist, eingestellt. Das Kupfervitriol wird in einen birnenförmigen Glasballon *B* eingefüllt, derselbe sodann durch einen durchlöcherten Korkpfropfen verschlossen und mit dem engeren nach unten offenen Theile abwärts auf das äußere Glas *A* aufgesetzt. Durch die Öffnung des Korkpfropfens ist ein Federkiel oder ein Stückchen Glasröhre hindurchgesteckt. Zwei sich gegenüberstehende seitliche Einbüge in dem Glasballon gestatten den von den beiden Batteriepolen führenden isolierten Ableitungsdrähten den Austritt aus dem Elemente. Das äußere Glasgefäß wird bis etwas über zwei Drittel der Höhe des Zinkcylinders mit reinem

Fig. 67.



Wasser angefüllt, welchem, um die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit zu erhöhen, zuweilen etwas Schwefelsäure, Bittersalz oder auch nur etwas Zinkvitriollösung zugesetzt wird. Die Wirkung dieses Elementes lässt sich nun leicht erklären. Das Wasser dringt durch das Glasröhrchen des den Ballon verschließenden Korkpfropfens in den Ballon ein, löst das Kupfervitriol, dessen Lösung nun, specifisch schwerer als das Wasser, in das kleine Glasgefäß zu der negativen Elektrode herabsinkt und den chemischen Process in Gang bringt. So lange die Flüssigkeit im kleinen Glasgefäße concentriert ist, so lange wird aus dem Ballon keine weitere Kupfervitriollösung heraustreten. Mit Eintritt der durch die Zersetzung des Vitriols entstehenden Verdünnung tritt wieder gelöstes Vitriol nach und es wird dem Elemente aus dem Ballon, welcher die Vorrathskammer bildet, stets neues Material nach Maßgabe des Bedarfes zugeführt.

Das Element hat, da der Ballon eine große Menge Kupfervitriol zu fassen vermag, eine sehr lange Dauer, indem es so lange einen constanten Strom abgibt, als noch Vitriol im Ballon vorhanden und das Zink nicht vollständig aufgelöst oder die sich im Laufe des Processes bildende Zinkvitriollösung nicht bereits so concentriert ist, dass selbe kein neues Salz mehr zu lösen vermag.

Da Kupfervitriollösung specifisch schwerer ist als reines Wasser oder Zinkvitriollösung, so wird eine Vermengung derselben und directer Zutritt des Kupfervitriols an das Zink verlangsamt und ist dieses Element, da auch die Menge der jeweilig vorhandenen Kupfervitriollösung eigentlich eine geringe ist, indem der Nachschub aus dem Reservoir nur langsam und successive erfolgt, auch noch zu den ökonomischen Elementen zu rechnen.

Ein directer Zutritt des Kupfervitriols an das Zink kann hier ebensowenig wie bei allen anderen Elementen, schon den Diffusionsgesetzen nach, nicht beseitigt werden, wie sich dies auch bei jedem, längere Zeit in Thätigkeit gebliebenen Elemente durch die Ansätze von Kupferschwamm an den Zinkcylinder leicht erweisen lässt.

Der Nebenconsum ist bei diesem Elemente größer als bei dem Elemente Daniell, doch wird dieser Nachtheil durch die lange Dauer des Elementes, sowie dadurch, dass man die Menge des noch vorhandenen Kupfervitriols stets controlieren kann und überhaupt in das Element einen steten Einblick hat, mehr als aufgewogen und sind es diese Vortheile, welche diesem Elemente eine große Verbreitung sicherten.

Die Verwendung von Blei an Stelle des Kupfers als elektronegative Elektrode gewährt den Vortheil, dass sich das ansetzende metallische Kupfer durch Biegen der Elektrode leicht entfernen lässt. Die anfänglich geringere Spannungsdifferenz zwischen Zink und Blei (§. 22) wird durch das sich auf selbem niederschlagende Kupfer bald ausgeglichen.

§. 74. Das Callaud-Element.

In den oberen Rand des Glasgefäßes (Fig. 68) wird der Zinkcylinder, welcher in der Regel nicht ganz bis in die Hälfte des Glases hineinreicht, vermittels dreier angenieteter oder auch angegossener Winkel eingehängt. Die negative Elektrode bildet ein zu einem Cylinder von 3 bis 4 *cm* Höhe zusammengebogener Kupferstreifen mit angenietetem und oberhalb des Streifens wohl isoliertem Ableitungsdrahte. Anfänglich wurde die Füllung in der Weise vorgenommen, dass nur Kupfervitriollösung und nicht Kupfervitriolkrystalle zur Verwendung gelangte. Die schwierige Manipulation des Füllens ließ es späterhin jedoch zweckmäßig erscheinen, directe Kupfervitriolkrystalle in das Element einzuführen, und erfolgt nun die Füllung des Elementes derart, dass, nachdem das Kupfervitriol hineingegeben und die beiden Elektroden eingesetzt sind, reines Wasser bis etwa 2 *cm* vom oberen Rande des Zinkcylinders eingegossen und hierauf vorsichtig, damit selbe nicht zu rasch zu Boden sinke, etwas Zinkvitriollösung zugesetzt wird. Dieser Zusatz von Zinkvitriol bezweckt, die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit zu erhöhen und das Element baldigst auf den Höhepunkt seiner Wirksamkeit zu bringen.

Die in Österreich gebräuchlichen Elemente nach dem

Systeme Callaud weichen in ihrer Form vielfach von dem eben beschriebenen Elemente ab.

Fig. 69 zeigt ein derartiges Element mit eingekerbtem Glase, dessen unter der Kerbe befindlicher Hohlraum zur Aufnahme des Kupfervitriols dient. Als negative Elektrode wird hier ein Kupferstreifen verwendet, welcher vom unteren Rande der Kerbe bis zum Austritte aus dem Gefäße entweder durch einen Anstrich von Asphaltlack oder durch eine Kautschukumhüllung isoliert wird. Der Zinkcylinder wird direct auf den oberen Rand der Kerbe des Glases aufgesetzt. In der Regel

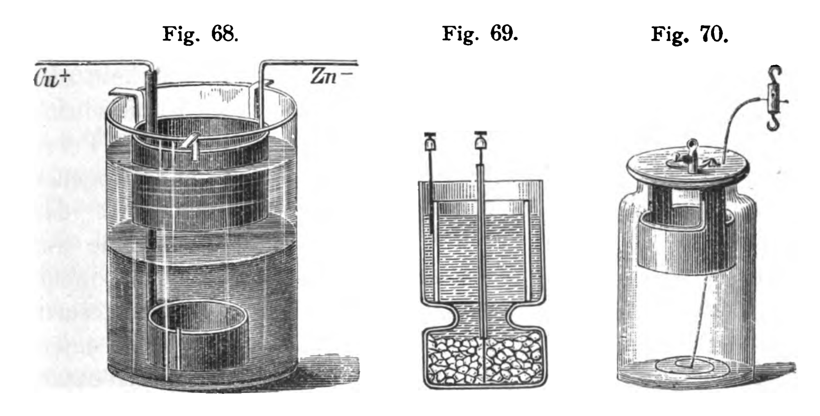


Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.

ist der Zinkpol des einen Elementes mit dem Kupferpole des anderen Elementes direct durch Nietung verbunden.

Diese Form des Elementes ist, weil die Einkerbung den Zutritt des Kupfervitriols zum Zink verlangsamt und somit der Nebenconsum verringert wird, zweckmäßiger.

Eine dritte, ebenfalls sehr gebräuchliche Form des Callaud-Elementes zeigt Fig. 70. Hier ist das Element mit einem Deckel verschlossen und der Zinkcylinder direct an demselben befestigt. Der Kupferpol wird aus einem isolierten Drahte gebildet, dessen unterer, von der isolierten Hülle befreiter Theil zu einer Spirale aufgewunden ist. Durch eine kleine Öffnung im Verschlussdeckel findet derselbe seinen Austritt aus dem Elemente.

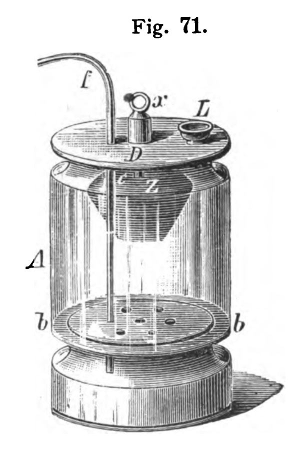
Eine in der Mitte des Verschlussdeckels angebrachte, in einer Charniere bewegliche Klappe gestattet das Nachfüllen von Kupfervitriol.

Die bequeme Handhabung dieses Elementes, sowie der Umstand, dass man alle Vorgänge im Elemente genau beobachten kann, lassen dessen große Verbreitung erklären, trotzdem es in Bezug auf Materialconsum in die weniger ökonomischen Elemente einreiht.

§. 75. Das Kohlfürst-Element.

Das äußere Glas *A* dieses gleichfalls eine Modification der Callaudtype darstellenden Elementes (Fig. 71) ist eingekerbt und dient der Raum unterhalb der Kerbe zur Aufnahme der Kupfervitriolkrystalle und des positiven Poles, welcher aus einem S-förmig gebogenen Stücke Bleiblech besteht. Auf den Rand der Einkerbung wird eine aus unglasiertem Thone bestehende, mehrfach durchlöcherte Platte *b b* aufgesetzt. Das ganze Element ist mit einem gusseisernen Deckel *D* verschlossen, welcher gleichzeitig den an einen Messingstift angeschraubten, kegelförmigen Zinkblock *Z* trägt. Die Trichteröffnung *L* im Deckel dient zum Ein- und Nachfüllen der Flüssigkeit. Um das Auswittern der Salze zu verhindern, wird der Rand des Glasgefäßes vor Aufsetzen des Deckels mit einer dicken Gummilösung bestrichen.

Fig. 71.



Gefüllt wird dieses Element ebenso wie das Element Callaud.

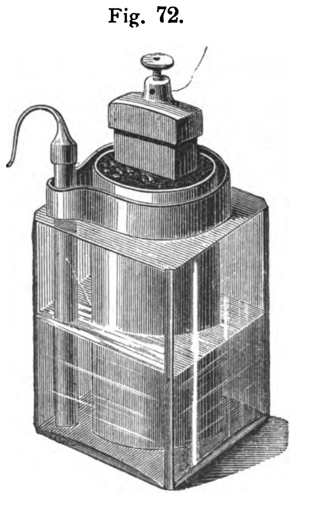
Der Nebenconsum dieses Elementes ist ein sehr geringer, da erstens die Entfernung zwischen Kupfervitriol und Zink an und für sich schon eine bedeutende ist und sowohl die Einkerbung als auch das aufgesetzte unvollständige Diaphragma

das Aufsteigen der Kupfervitriollösung zum Zink noch mehr hindert. Auch dieses Element gestattet eine genaue Beobachtung der im Inneren desselben sich abspielenden Vorgänge und vereinigt somit mit Glück die Vorzüge des Elementes Daniell und Callaud, ohne deren Nachtheile zu besitzen.

§. 76. Das Leclanché-Element

besteht (Fig. 72) aus einem viereckigen Gefäße mit rundem Halse, der eine schnabelförmige Ausbiegung hat. In dieses Glas wird der negative Pol, aus einem gegossenen Zinkstabe bestehend, so eingesetzt, dass er aus der Ausbiegung des Halses hervorsteht. Die in die Rundung des Halses einpassende Thonzelle wird mit einem Gemenge von körnigem Braunstein und kleinen Stücken Retortenkohle angefüllt und in dieselbe der positive Pol, ein rechteckiger Stab von Retortenkohle, so eingesteckt, dass derselbe über das Element herausragt. Die Thonzelle, welche auch häufig, behufs leichterer Circulation der Flüssigkeit, mit ein oder zwei seitlichen Löchern versehen ist, wird, um die Kohlen- und Braunsteinstücke am Herausfallen zu hindern, nach oben mit geschmolzenem Peche vergossen. An den Zinkstab ist ein Kupferdraht angelöthet, um die Verbindung mit dem nächsten Elemente herstellen zu können. Die Kohle trägt eine Klemme zur Aufnahme des Verbindungsdrahtes. Diese Klemme wird entweder mittels Klemmschraube oder durch Bleiguss mit der Kohle verbunden.

Fig. 72.



Als Flüssigkeit wird eine Lösung von Salmiak oder Chlorammonium (NH_4Cl) in Wasser verwendet, welche

bei möglichster Concentration das Glasgefäß nicht bis über die Hälfte anfüllen soll.

Dieses Element ist von verhältnismäßig sehr langer Dauer, da es nur dann Material verbraucht, beziehungsweise Zink löst, wenn es wirklich arbeitet, und ist der Nebenconsum desselben somit gleich Null.

Doch eignet es sich nur für Arbeitsstrom, weil, wenn es nur einige Zeit in constantem Schlusse steht, es sich sehr bald polarisiert und seine Wirksamkeit einstellt, und andererseits, der verhältnismäßig großen elektromotorischen Kraft entsprechend, bedeutende Quantitäten Material consumiert.

Von Vortheil ist es, wenn der Zinkpol amalgamiert, das heißt, mit einem Überzuge von Quecksilber versehen wird, welches sich mit dem Zinke sofort zu einer Metalllegierung, dem sogenannten Amalgam, verbindet. Hierdurch wird die Abnützung des Zinkcylinders möglichst gleichförmig und können sich auch nicht so leicht Salzkrystalle, welche die Wirkung des Elementes schwächen, an demselben ansetzen.

Der verwendete Braunstein oder das Manganhyperoxyd muss rein sein und verwendet man am besten das unter dem Namen „Pyrolusit“ bekannte Mineral, welches, nachdem es von dem beigemengten Gesteine befreit ist, mit gleichen Theilen grob gestoßener Retortenkohle gemengt wird.

Der verwendete Salmiak soll, ebenso wie das Zink, möglichst rein und insbesondere bleifrei sein, weil das Vorhandensein von Bleisalzen einen nicht unbedeutenden Nebenconsum herbeiführen kann.

Die Wirksamkeit dieses Elementes wird erhöht, wenn die Kohlenkörner möglichst fest an die Elektrode, den Kohlenstab, angepresst werden. Um eine möglichst feste Pressung zu erhalten, wird nun bei den neueren, bereits vielfach verwendeten Elementen dieser Art, den sogenannten Briquet-Elementen, der Thoncylinder, welcher keinen anderen Zweck hat, als das Auseinanderfallen der Kohlen und Braunsteinkörper zu hindern, weggelassen und die Mischung von Kohle und Braunstein unter hohem Drucke an die Kohlenelektrode, welcher

hier zumeist eine cylindrische Form gegeben ist, angepresst. Um der Mischung einen Halt zu geben, wird derselben Gummilackharz beigegeben.

Die Zinkelektrode wird durch ein Holzklötzchen von der Kohle getrennt, an dieser mittelst Gummiringen festgehalten. Der ganze Briquetkörper sammt Zinkcylinder wird in das bereits beschriebene Glasgefäß eingestellt und dasselbe hierauf wieder bis etwa zur Hälfte mit concentrierter Salmiaklösung angefüllt. In Fig. 73 ist ein solcher Briquetkörper älterer Form dargestellt.

Fig. 73.

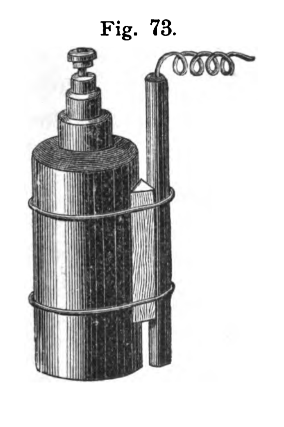
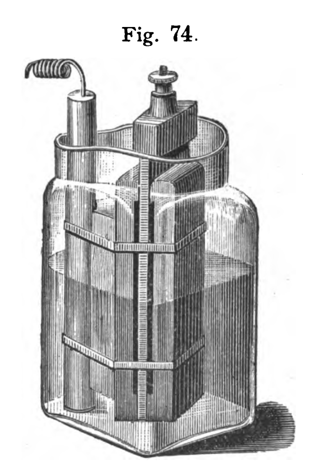


Fig. 74.



Bei den Briquet-Elementen neuerer Form (Fig. 74) wird die Kohle nicht mehr direct mit der Mischung von Kohle, Braunstein und Gummilackharz umpresst, sondern es werden aus dieser Mischung Platten geformt und mittelst Gummiringen an die Kohlenelektrode befestigt.

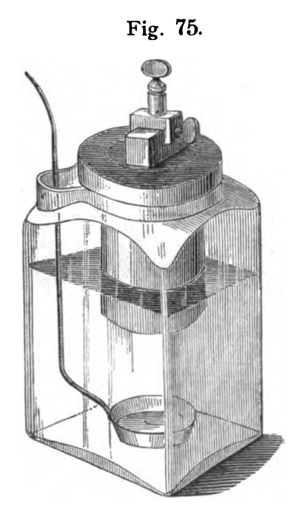
In neuerer Zeit findet das Briquet-Element (Fig. 75) vielfache Verwendung.

Das quadratische Glasgefäß ist mit einem Deckel verschlossen. An diesem Deckel ist der Briquetkörper, welcher, wie in Fig. 73, die Kohle umpresst, befestigt.

Den negativen Pol bildet eine Kupferschale, an welche ein isolierter Kupferdraht angenietet ist. In dieses Kupfer-

schälchen wird so weit Quecksilber gegossen, dass der Boden desselben ganz überdeckt ist. In das Quecksilber werden einige Stückchen Bruchzink gelegt. Das so gefüllte Schälchen wird auf den Boden des Gefäßes gesetzt. Hierauf wird das Gefäß mit Wasser gefüllt, in welches einige Esslöffel Salmiak hineingegeben wurden. Nun wird das Gefäß mit dem Deckel verschlossen, wodurch der Briquetkörper in die Flüssigkeit zu hängen kommt. Der von der Kupferschale abgehende Kupferdraht geht durch den Schnabel des Gefäßes ins Freie. Dieses Element, welches sich durch kräftige Wirkung und lange Betriebsdauer auszeichnet, hat den Vorzug, dass die negative Elektrode, das Zink, weil es stets frisch amalgamiert wird, sich von Ansätzen, welche bei den übrigen Leclanché-Elementen häufig vorkommen, frei hält. Nur ist es nothwendig, dass stets hinreichend Quecksilber in der Schale ist.

Fig. 75.



Die chemische Wirkung des Leclanché-Elementes ist noch nicht recht aufgeklärt und man kennt nur die Endproducte. Der Braunstein hat den Zweck, das sich bildende Wasserstoffgas, welches sich an die Kohlenelektrode ansetzt, durch Abgabe eines Theiles seines Sauerstoffes in Wasser umzuwandeln, doch erfolgt die depolarisierende Wirkung des Braunsteines verhältnismäßig langsam, und erklärt sich daraus, dass das Element, wenn es bei geringem äußeren Widerstande längere Zeit in Schluss gestanden hat, seine Wirkung rasch verliert, sich aber nach kurzer Zeit der Ruhe wieder erholt.

§. 77. Trockenelemente.

Elemente, welche den Transport vertragen sollen, müssen so construiert werden, dass die Flüssigkeit während des Transportes nicht verschüttet werden kann. Zu diesem Behufe

wird das Element, dessen Gefäß aus einem wenig zerbrechlichen Stoffe, wie Holzstoff, Ebonit, gefertigt ist, nach Einsetzen der Elektroden mit einem schwammigen wasserhaltenden Körper, welcher mit der betreffenden Zersetzungsflüssigkeit getränkt ist, angefüllt. Als solche Körper werden verwendet Schwammabfälle, Sägespäne, Gelatine, Kieselguhr etc. Ist das Element entsprechend gefüllt, so wird es nach außen, zumeist durch einen Pechverguss, vollständig geschlossen. Die Pole des Elementes ragen über den Pechverguss hervor.

Dem eigentlichen Principe nach sind diese Elemente zumeist Leclanché-Elemente, deren genaue Zusammensetzung vielfach noch als Geheimnis gehütet wird.

Die Trockenelemente finden für die transportablen Telegraphen und Telephone häufige Verwendung.

§. 78. Accumulatoren.

Die Accumulatoren sind im Principe als nichts anderes zu betrachten, wie galvanische Elemente, da ihre Wirkungsweise ganz die gleiche ist und die Stromerzeugung derselben durch einen im Innern derselben sich abspielenden chemischen Process erfolgt. Der Unterschied zwischen galvanischen Elementen und Accumulatoren liegt darin, dass sich die beim chemischen Processe erzeugenden Endproducte in den galvanischen Elementen nicht wieder oder nur sehr schwer in die ursprüngliche Form zurückführen lassen, während dies bei den Accumulatoren auf elektrolytischem Wege (§. 50 *b*) leicht möglich ist.

Werden in ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Gefäß zwei Bleiplatten so einander gegenübergestellt, dass sich dieselben nicht berühren können, und wird die eine der Bleiplatten mit dem positiven, die andere dagegen mit dem negativen Pole einer Elektricitätsquelle verbunden, so sieht man bald, dass die mit dem positiven Pole verbundene Platte sich mit einem bräunlichen Überzuge bedeckt, wogegen die mit dem negativen Pole verbundene Platte blank bleibt. Es hat sich durch die Zersetzung des Wassers durch den elektrischen

Strom unter Einfluss der Schwefelsäure, welche hier nur eine vermittelnde Rolle spielt, Bleihyperoxyd gebildet. Löst man nun, nachdem sich eine hinreichende Quantität Bleihyperoxyd angesetzt hat, die Verbindungen mit der Elektricitätsquelle, verbindet hingegen die beiden Bleiplatten durch einen Leiter, so wird ein elektrischer Strom entstehen, der so lange dauert, als das Bleihyperoxyd nicht zu Bleioxyd reduciert ist. An der mit dem negativen Pole verbunden gewesenen Bleiplatte bildet sich gleichfalls Bleioxyd. Wird nun neuerdings die Verbindung mit der Elektricitätsquelle hergestellt, oder wie man sagt, das Element geladen, so reduciert sich das Bleioxyd der mit dem negativen Pole verbundenen Platte zu Blei, und oxydiert sich das Bleioxyd der mit dem positiven Pole verbundenen Platte neuerdings zu Bleihyperoxyd. Ist sämmtliches Bleioxyd zu Blei reduciert, beziehungsweise zu Bleihyperoxyd oxydiert, so kann dieses Element, welches man nun als geladen bezeichnet, wieder zur Stromabgabe benützt werden. Dieser Process lässt sich ungezähltemale wiederholen, und man ersieht, dass bei diesem Elemente kein Materiale, sondern nur Arbeit verbraucht wird.

Da bei reinen Bleiplatten die Menge des sich bildenden Bleihyperoxydes anfänglich sehr gering ist, und erst bei wiederholtem Laden und Entladen sich hinreichende Mengen desselben bilden, um das Element für Dauerleistungen benützen zu können, diese Manipulation, welche als Formierung bezeichnet wird, aber sehr langwierig und kostspielig ist, war man darauf bedacht, dieselbe abzukürzen.

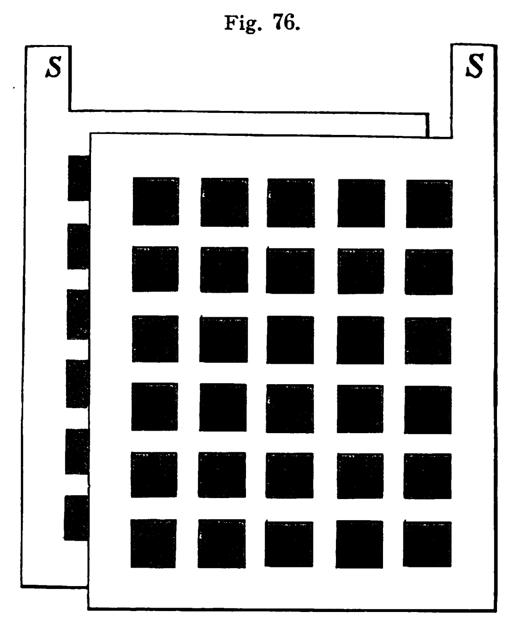
Statt der vollen Bleiplatten nimmt man nunmehr gitterförmig durchlöcherte Bleirahmen (Fig. 76) und füllt die Zwischenräume desselben mit einem Bleioxyde aus, und zwar in der Regel die positiven Platten mit Minium, das sich durch die Formel $Pb_2\ O_3$, und für die negativen Platten mit Bleiglätte, das sich durch die Formel $Pb\ O$ darstellen lässt. Diese Platten werden nun abwechselnd, eine negative und eine positive Platte, in ein Gefäß (Fig. 77) aus einem Materiale, welches von Schwefelsäure nicht angegriffen wird, so eingesetzt, dass sie sich gegenseitig nicht berühren können, und

dass die hervorstehenden Streifen *s*, wie dies in Fig. 76 angedeutet, einmal rechts und einmal links zu stehen kommen.

In dem Gefäße, welches für Telegraphenzwecke zumeist aus Glas oder Ebonit besteht, sind zur Verhütung der gegenseitigen Berührung der Platten Nuthen vorgesehen, in welche dieselben eingesetzt werden.

Ist das Einsetzen erfolgt, so werden sowohl die positiven, als auch die negativen Platten durch einen quergehenden Blei-

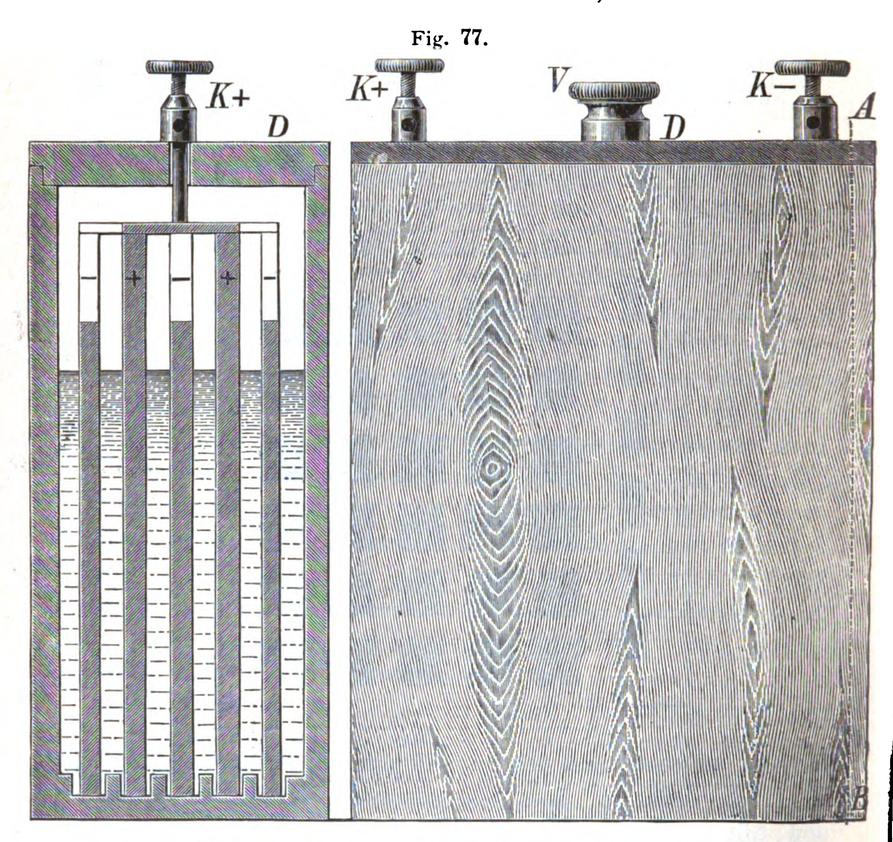
Fig. 76.



streifen, welcher auch den zur Klemme *K* führenden Poldraht trägt, so verlöthet, dass alle positiven Platten untereinander und alle negativen Platten untereinander leitend verbunden sind und in einen gemeinsamen Pol ausmünden. Die Zahl der Platten wird nach der Arbeit, welche der Accumulator zu leisten hat, bestimmt und ist in der Regel eine ungerade, indem stets um eine negative Platte mehr genommen wird, als positive Platten vorgesehen sind, zu dem Zwecke, beide Seiten der positiven Platten ausnützen zu können. Sind die Platten ein-

gesetzt und verlöthet, so wird in das Gefäß verdünnte Schwefelsäure (90 Theile Wasser, 10% Schwefelsäure) eingefüllt und selbes mit dem Deckel *D* verschlossen. Das Ventil *V* dient dazu, etwa im Innern des Accumulators sich entwickelnde Gase entweichen zu lassen. Es kann nun, wenn die Platten,

Fig. 77.



was sonst in der Regel erfolgt, nicht bereits formiert sind, an das Formieren und Laden geschritten werden, indem die Klemmen $K+$ und $K-$ mit den Polen einer hinreichend starken Elektricitätsquelle verbunden werden. Es bildet sich aus dem die positiven Platten eingestrichenen Minium ($Pb_2\ O_3$), unter Entnahne des Sauerstoffes der Bleiglätte ($Pb\ O$), Blei-

hyperoxyd ($Pb\,O_2$), wodurch die Bleiglätte gleichzeitig zu Bleischwamm reduciert wird.

Nach erfolgter Formierung lässt sich das Endresultat der chemischen Processe bei der Entladung und Ladung wie folgt darstellen:

a) Entladung $Pb + 2\,S\,H_2\,O_4 + Pb\,O_2 = 2\,Pb\,S\,O_4 + 2\,H_2\,O$
Blei Schwefelsäure Bleihyperoxyd Bleisulphat Wasser.

b) Ladung $2\,Pb\,S\,O_4 + 2\,H_2\,O = Pb + 2\,S\,H_2\,O_4 + Pb\,O_2$
Bleisulphat Wasser Blei Schwefelsäure Bleihyperoxyd.

Man bezeichnet die Accumulatoren vielfach als Elektricitätsansammler, und nennt daher die Accumulatorenbatterien auch Sammlerbatterien. Diese Bezeichnung ist insoferne unrichtig, als eine Ansammlung von Elektricität thatsächlich nicht stattfindet, sondern bloß elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt wird, welch letztere im Bedarfsfalle wieder in elektrische Energie umgewandelt werden kann, wobei jedoch, wie bei jeder Energieumsetzung, Verluste entstehen.

Die Vortheile der Accumulatoren für alle Zwecke des Bedarfes liegen darin, dass selbe eine große elektromotorische Kraft haben, daher intensive Ströme abzugeben vermögen, und hiebei die Kosten des Betriebes um ein vielfaches geringer sind, als bei den galvanischen Batterien. Elektrische Energie lässt sich nämlich auf mechanischem Wege durch Dynamomaschinen vielfach billiger erzeugen als auf direct chemischem Wege. Der allgemeinen Verwendung der Accumulatoren steht nur das Hindernis entgegen, dass selbe zu ihrer Regenerierung einer Ladestation bedürfen, und selbe daher, wenn sich am Orte der Verwendung eine solche Station nicht befindet, nach selber gesendet werden müssen, wodurch nicht nur hohe Transportkosten, sondern auch Manipulationsschwierigkeiten entstehen.

Der Vortheil der Accumulatoren lässt sich aus nachfolgender Tabelle der elektrischen Größen der verschiedenen Elemente ersehen.

§. 79. Elektrische Constanten der verschiedenen Elemente.

Aus nachstehender Tabelle ist die elektromotorische Kraft, der innere Widerstand und die Stromstärke, welches jedes der beschriebenen Elemente bei einem äußeren Widerstande = 1 Ohm abzugeben vermag, zu entnehmen und ist hiedurch ein Vergleich der Wirkungsgrade derselben ermöglicht.

Benennung des Elementes	Elektromotorische Kraft in Volt	Innerer Widerstand in Ohm	Stromstärke in Ampère
Daniell (Fig. 66) . .	1 —1·1	10 —8	0·09—0·12
Meidinger Ballon (Fig. 67)	1 —1·1	10 —7	0·09—0·14
Callaud (Fig. 68) . .	1 —1·1	10 —5	0·09—0·18
Callaud (Fig. 69) . .	1 —1·1	10 —6	0·09—0·16
Callaud (Fig. 70) . .	1 —1·1	10 —5	0·09—0·18
Kohlfürst (Fig. 71) .	1 —1·1	10 —6	0·09—0·16
Leclanché (Fig. 72) .	1·3—1·5	6 —4	0·18—0·30
Leclanché (Fig. 73 und 74)	1·3—1·5	6 —3	0·18—0·38
Leclanché (Fig. 75) .	1·3—1·5	6 —3	0·18—0·38
Trockenelemente . .	1·3—1·9	6 —3	0·18—0·48
Accumulatoren . . .	1·9—2·2	0·2—0·1	1·6 —2·00

C. Die Telegraphenleitungen.

§. 80. Begriff der Leitungen.

Soll die Elektricität von einem Punkte zu einem bestimmten anderen Punkte geleitet und deren Wirkung dortselbst ausgenützt werden, so ist es nothwendig, dass diese beiden Punkte gut leitend miteinander verbunden werden, wobei es jedoch Bedingung ist, dass der Elektricität kein anderer Abweg und Rückfluss zum Ausgangspunkte gegeben wird und dass die leitende Verbindung so hergestellt ist, dass durch selbe der Stromkreis geschlossen wird. Um einen Abfluss der Elektricität zu verhindern, muss der leitende Körper mit schlechten Leitern oder sogenannten Isolatoren umgeben werden.

Die Herstellung eines geschlossenen Stromkreises bedingt eine ununterbrochene leitende Verbindung zwischen den beiden Batteriepolen und wären demnach die vielen Drahtwindungen der Magnetisierungsspiralen, welche der Strom, um eine mechanische Wirkung in den Apparaten hervorzubringen, durchlaufen muss, ebenfalls als Bestandtheil der Leitung aufzufassen. In der Regel wird jedoch unter Telegraphenleitung nur die Verbindung der beiden oder auch mehrerer Telegraphenstationen untereinander bis zu den Apparaten verstanden.

Man unterscheidet zwischen oberirdischen und unterirdischen Leitungen, das heißt solchen, welche offen und frei längs geeigneter Stützen oder solchen, welche unterirdisch, wohl isoliert und eingebettet, geführt werden.

Für den Telegraphenbetrieb der Eisenbahnen werden fast ausnahmslos oberirdische und nur in sehr seltenen Fällen, wie beispielsweise durch längere Tunnels unterirdische Telegraphenleitungen verwendet.

Die Telegraphenleitungen bestehen in der Regel aus folgenden Theilen:

a) Der Erdleitung,

b) der Außen- oder eigentlichen Leitung,

c) der Einführung, das ist der Verbindung der Außenleitung mit der Bureauleitung, und endlich
d) aus der Bureauleitung.

§. 81. Erdleitungen.

Durch die Möglichkeit, die Erde als Leiter verwenden zu können (§. 37), wurden ganz außerordentliche Vortheile gewonnen, indem nicht nur die sonst erforderliche zweite Leitung gänzlich erspart, sondern auch, da der Widerstand der Erdleitungen im Verhältnisse zu dem Widerstande der zweiten Leitung sehr gering ist, an Stromstärke gewonnen wird. Es kann daher, da für den Betrieb des Telegraphen eine bestimmte Stromstärke erforderlich ist, welche nach dem Ohm'schen Gesetze (§. 32) mit von dem Leitungswiderstande abhängt, auch mit einer geringeren Anzahl von Elementen gearbeitet werden.

Wenn nun auch der Widerstand der Erde gleich Null zu betrachten ist, so wird dennoch dem Übergange des Stromes von der Erdleitung in die Erde ein ganz bestimmter Widerstand entgegengesetzt, welcher umso geringer wird, je inniger die Verbindung zwischen Erde und Leiter und je größer die Anzahl der Berührungspunkte zwischen denselben oder je größer die Oberfläche des Leiters ist.

Man muss daher trachten, diesen Widerstand, welcher oft ein beträchtlicher werden kann, durch äußerst sorgfältige Anlage der Erdleitungen möglichst zu verringern. Auch muss man jeden Wechsel dieses Widerstandes, welcher beispielsweise, wenn der Boden abwechselnd feucht und trocken ist, sehr bedeutend werden kann, zu verhindern suchen.

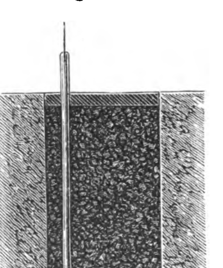
Zur Anlage der Erdleitungen verwendet man in der Regel Metallplatten von 1 bis 4 m^2 Oberfläche, welche mit einer Stange, welche über die Erdoberfläche hinausreicht, verbunden sind.

Diese Platten werden nun so tief in das Erdreich versenkt, dass selbe womöglich an den Grundwasserspiegel reichen, um Contact mit dem feuchten Erdreiche zu erzielen und selbe auch vor dem sogenannten Ausfrieren zu sichern.

Zur Erreichung eines innigeren Contactes wird außerdem humusreiches Erdreich fest an die Platte gestampft und hierauf die Grube zugeschlossen.

Als Metalle zur Herstellung der Erdplatten verwendet man Kupfer, Eisen und in neuerer Zeit auch Blei, welches, da es chemischen Einflüssen wenig unterliegt, lange Dauer verspricht.

Fig. 78.



Die Verbindung mit den Drähten der Telegraphenleitung soll stets ober der Erdfläche erfolgen, weil diese Drähte gerade am Übergangspunkte von der Luft zur Erde sehr bald oxydieren und zugrunde gehen. Zu diesem Zwecke ist die über die Erde reichende Stange der Erdplatte mit einer Klemmschraube versehen, in welche der Zuleitungsdraht festgeklemmt wird. Außerdem soll dieser Draht zur weiteren Sicherung der leitenden Verbindung noch an die Stange festgelöthet werden.

Unvortheilhaft ist es, den Zuleitungsdraht direct an die Mauern zu befestigen, weil er leicht oxydiert und ebenfalls bald zugrunde gehen wird, er soll deshalb bis zur Erdleitung möglichst isoliert geführt werden.

Die Herstellung einer guten Erdleitung ist oft mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft, da geeignetes feuchtes Erdreich nicht immer gefunden werden kann' und man, um auf den Grundwasserspiegel zu kommen, häufig auch zu tief hinabgehen müsste.

Eine für solche Fälle sehr zweckmäßige Anlage der Erdleitung (Fig. 78) besteht darin, dass man das Erdreich auf eine Tiefe von zwei Meter aushebt und in die so entstandene Grube von circa $1^1/_2$ m^2 Querschnitt vorerst die Bodenfläche

mit einer circa 10 *cm* hohen Schicht kleiner Coaksstücke, welche vorher befeuchtet wurden, bedeckt und feststampft. Hierauf versenkt man in diese Grube ein Bleirohr, so dass es circa 30 *cm* über den Boden hervorragt, und füllt die Grube, unter fortwährendem Begießen und Stampfen, beinahe bis zum Rande mit Coaksstückchen an. Der Rest der Grube wird mit humusreicher Erde bedeckt. Der Zuleitungsdraht wird direct in das Bleirohr eingelöthet.

Für sehr kurze Leitungen mit geringem Widerstande, wie solche für gewisse Signalisierungszwecke benöthigt werden, ist es zweckmäßiger, da die Erdleitungen trotz guter Anlage einen immerhin noch beträchtlichen Widerstand haben, metallische Rückleitungen zu verwenden.

§. 82. Die Außenleitungen.

Man unterscheidet zwischen Luft- oder oberirdischen und zwischen unterirdischen oder Kabelleitungen.

Die Luft- oder oberirdischen Telegraphenleitungen bestehen aus folgenden wesentlichen Bestandtheilen: Dem Leitungsdrahte, den Trägern oder Stützen desselben, den Isolatoren und den Isolatorenträgern.

Als Leitungsmaterial wird in der Regel verwendet:

Für die offene oder Hauptleitung verzinkter oder auch bloß in Öl gesottener Eisen- und Stahldraht von 3 bis 5 *mm* Durchmesser.

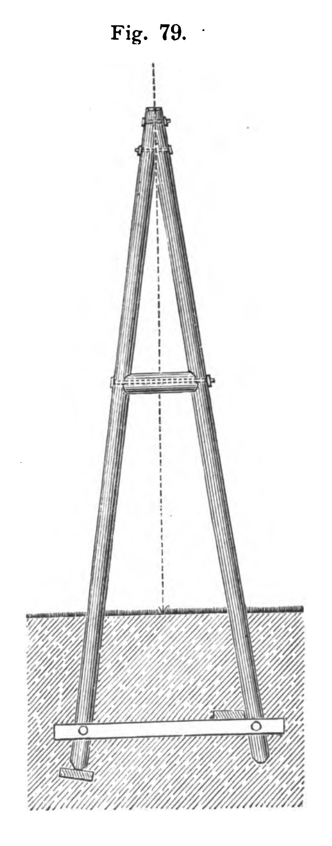
Für die Zuleitungen von der Hauptleitung bis zum Einführungsträger verzinkter oder in Öl gesottener Eisendraht von 3 *mm* Durchmesser. In neuerer Zeit ist für die Zuleitung zumeist Siliciumbronzedraht von 1 bis 2·5 *mm* Durchmesser im Gebrauche.

Für die Durchführung der Leitungen vom Einführungsträger durch die Mauern in die Bureaulocalitäten, sogenannte Hooper- oder Gummidrähte, das sind Kupferdrähte von 0·8 bis 2 *mm* Durchmesser, welche mit einem isolierenden Überzuge von Guttapercha, der außerdem mit asphaltiertem

Hanf oder sonst gut imprägnierter Pflanzenfaser umwickelt oder besponnen ist, versehen werden.

Reine Guttaperchadrähte, das sind solche, welche nur mit einem Überzuge von Guttapercha isoliert sind, eignen sich für die Zwecke der Einführung nicht, da die Isolierung unter dem Einflusse der Sonne rissig und spröde wird und leicht abbröckelt.

Fig. 79.



Für die Führung der Leitungen innerhalb der Bureaux werden ebenfalls isolierte Drähte verwendet, und zwar sogenannte Wachsdrähte, das sind mit Baumwolle umsponnene Kupferdrähte, welche nachträglich in Wachs, Paraffin oder Ceresin (Erdwachs) getränkt werden.

Zur Unterstützung der oberirdisch geführten Leitungsdrähte dienen in der Regel hölzerne Säulen. Eiserne Säulen werden nur selten und ungerne, daher nur dort verwendet, wo, wie dies in größeren Städten der Fall ist, auf eine gefällige äußere Form der Leitungsstützen Bedacht genommen werden muss.

Zu den hölzernen Säulen verwendet man die verschiedensten Holzgattungen, hauptsächlich aber die Kiefer und die Lärche. Die Länge der Säulen schwankt je nach der Anzahl der Drähte, welche an derselben befestigt werden sollen, und je nach der Situation zwischen 6 bis 11 *m*.

Die Stangen, welche aus einem ganz geraden, vollkommen gesunden und lufttrockenen Stamme bestehen sollen, werden,

nachdem sie abgeschält und an den Aststellen glatt behobelt sind, gewöhnlich imprägniert, das heißt der zwischen den Fasern befindliche Pflanzensaft wird durch kreosothaltiges Theeröl, Zinkchlorid oder Kupfervitriol ersetzt. Hierdurch werden die Säulen gegen die Fäulnis widerstandsfähiger gemacht und

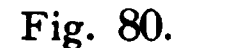


Fig. 80. Fig. 81.

dauern 12 bis 15, unter besonders günstigen Umständen sogar bis zu 20 Jahren aus. Zur Verhinderung des Eindringens von Wasser am Zopfende, das heißt dem oberen Theile des Stammes, wird derselbe schräge abgeschnitten oder kegelförmig zugestutzt und die Schnittfläche mit einem Ölanstriche versehen.

Für zahlreich nebeneinander laufende Leitungen werden

als Leitungsstützen sogenannte Doppelsäulen (Fig. 79) verwendet.

Zur Führung der Leitungen an Felswänden, Mauern, Gebäuden und Brücken, also überall dort, wo die Aufstellung

Fig. 82.

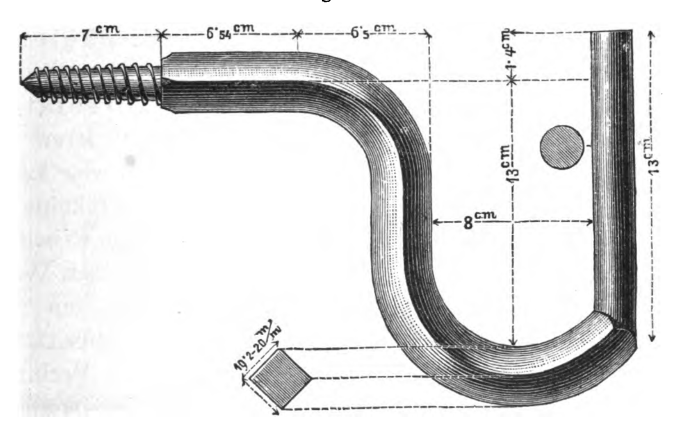
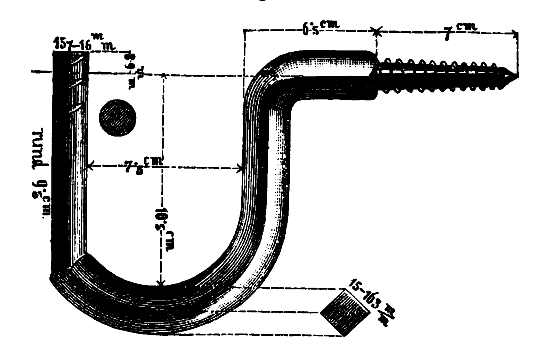


Fig. 83.



von Säulen nicht ausführbar ist, dienen die sogenannten **Mauerbügel**, welche zumeist ganz aus Eisen hergestellt werden (Fig. 80 und 81).

Die directe Befestigung der Leitungsdrähte an die Telegraphensäulen ist, da dieselben insbesondere bei nasser Witterung noch zu gute Leiter sind und zu Stromver-

zweigungen (§. 38) führen, nicht möglich. Es müssen die Leitungsdrähte ihrer ganzen Länge nach mit einem schlechten Leiter umgeben oder isoliert werden. Luft ist an und für sich schon ein schlechter Leiter und wirkt als Isolator, es bedarf demnach nur einer Isolation an den Befestigungspunkten. Diese Isolierung wird durch Porzellanglocken, welche auf eiserne Träger, Winkelträger genannt (Fig. 82, 83, 84), aufgegipst werden, bewerkstelligt.

Die Porzellanglocken, oder auch kurzweg Isolatoren genannt, sind innen und außen glasiert. Von deren guter Qualität hängt in erster Linie die gute Isolation der Leitung ab. Sie dürfen keine Risse und Sprünge haben, weil sich in dieselben Wasser, bekanntlich ein guter Leiter, hineinsetzt und die directe Verbindung mit den Winkelträgern und durch dieselben und die Säulen mit der Erde herstellen kann. Die Glockenform ist deshalb nothwendig, weil der untere Raum selbst bei heftigstem Regen trocken bleibt und die directe leitende Verbindung zwischen Draht und Trägern durch das abtropfende Wasser verhindert.

Fig. 84.

In neuerer Zeit werden zur Vermehrung der isolierenden Wirkung nur sogenannte Doppelglocken, und zwar zumeist in drei Größen, wie selbe in Fig. 85 bis 87 mit genauer Angabe der Dimensionen dargestellt sind, verwendet. Der Draht wird entweder in die obere Rinne eingelegt oder am Halse festgebunden oder durch die im Kopfe angebrachte Öffnung durchgesteckt.

Bei unterirdischen Leitungen, welche in der Regel dort angewendet werden, wo die Führung einer Luftleitung unmöglich oder mit großen Schwierigkeiten verknüpft,

oder wo eine Luftleitung bald der Zerstörung ausgesetzt ist, wie im Gebirge durch Lawinen-, Steinstürze etc., muss der

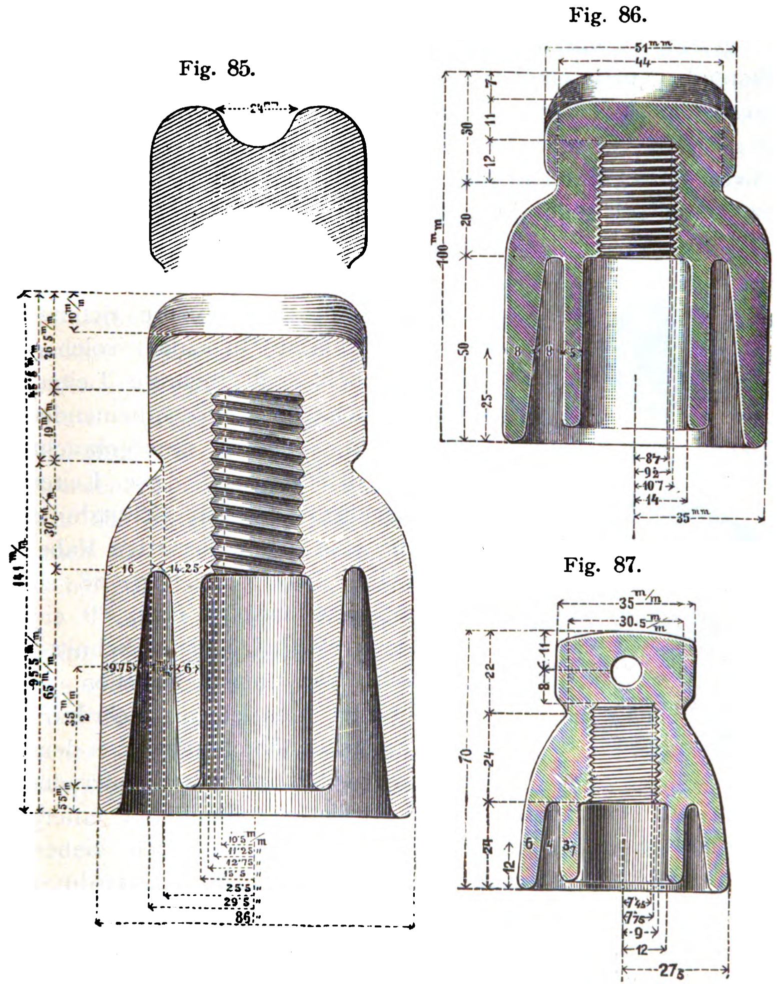


Fig. 85.

Fig. 86.

Fig. 87.

eigentliche Leiter der ganzen Länge nach vollkommen isoliert sein und die Isolierung noch gegen äußere Eingriffe geschützt werden. Der eigentliche Leitungsdraht wird demnach mit einem isolierenden Materiale, wie Guttapercha, vulcanisiertem

Kautschuk etc. umpresst, über selbe eine Umspinnung von in Theer imprägnierter Jute angebracht und über letztere ein Schutzmantel aus Metall, wie Blei, Kupferband, Eisendraht etc. gelegt. Zumeist begnügt man sich nicht mit einer isolierenden und einer Schutzhülle, sondern lässt dieselben abwechseln, indem man zuerst den Leitungsdraht in der angegebenen Weise isoliert, sodann mit einer Bleiumpressung versieht, über dieselbe neuerlich eine Isolierhülle und über diese erst die Eisendrahtumwickelung gibt. Ein solchermaßen gesicherter Draht wird als Kabel bezeichnet und nennt man hiebei den Leiter die Ader, die äußere Schutzhülle die Armatur. In einem solchen Kabel können auch mehrere Leiter, welche jedoch vollständig voneinander isoliert sein müssen, untergebracht werden und sind dann diese Leiter von einer gemeinsamen Schutzhülle umgeben. Man nennt derartige Kabel mehraderige Kabel. In Fig. 88 ist ein einaderiges und in Fig. 89 ein siebenaderiges Kabel, beide im Schnitte, dargestellt. Die Adern bestehen in beiden Fällen aus einem mehrdrähtigen Kupferseile (Kupferlitze). Bei dem Kabel (Fig. 89) ist jede Kupferader vorerst mit Guttapercha wohl isoliert, sodann mit einem imprägnierten Bande umwickelt. Diese so isolierten sieben Drähte sind miteinander verseilt und das Seil neuerdings mit einem imprägnierten Bande umwickelt, sodann mit einem doppelten Bleimantel umgeben. Über diesem Bleimantel liegt noch eine starke, in Compound gebettete Gespinstisolierung und erst über selbe folgt die äußerst feste, vollkommene, geschlossene Facondraht-Armatur von besonderem Querschnitte. Über diese Armatur kommt zum Abschlusse nach außen noch eine mehrfache Umwickelung von asphaltiertem Jutebande.

Fig. 88.

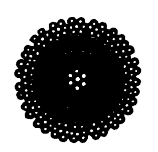


Fig. 89.



Das Kabel in Fig. 88 ist für die Verlegung unter Wasser bestimmt. Die Ader ist, weil hier hohe Isolation und Wasserbeständigkeit Grundbedingung ist, mit drei Lagen Guttapercha von 9 *mm* Durchmesser umpresst, hierauf mit einer in Theer und Pech getränkten Juteumspinnung umgeben und über selbe der aus 18 Litzen bestehende Eisenschutz spiralförmig gewunden.

Die Kabel, welche vorher auf ihre gute Qualität und Isolationsfähigkeit genauestens geprüft werden müssen, sind vor der Verlegung auf Trommeln aufgewunden. Bei der Verlegung muss mit der größten Vorsicht vorgegangen werden, damit in selbem keine Büge entstehen. Diese Kabel werden entweder in eigenen Canälen aus Chamotte oder Beton eingelegt oder auch ganz einfach in den Boden eingelegt. In letzterem Falle muss auf eine wasserdurchlässige Unterlage (feiner Schotter, Sand) Bedacht genommen und darauf gesehen werden, dass dasselbe seiner ganzen Länge nach gleichmäßig auf der Unterbettung aufliegt. Zuweilen werden diese Kabel auch an in kurzen Abständen angebrachte Stützen frei aufgehängt.

Kabel, welche Wasserläufe übersetzen sollen, werden ganz einfach in das Wasser versenkt, welche Arbeit jedoch die größte Behutsamkeit erheischt.

Nach erfolgter Verlegung müssen die Kabel nochmals einer eingehenden Überprüfung in Bezug auf ihr Leitungsvermögen und ihren Isolationszustand unterzogen werden.

§. 83. Die Einführungen.

Da die eigentlichen Telegraphenapparate mit seltenen Ausnahmen (Feld- und ambulante Telegraphen) in geschlossenen Räumen untergebracht sind, müssen die offenen Leitungen in diese Räume entsprechend eingeleitet und wieder aus denselben herausgeführt werden.

Die Drähte der offenen und currenten Leitung werden zuerst direct an das Gebäude geführt, indem selbe von einer der Telegraphensäulen (Zuführungssäule) abgezweigt und

an den Zuführungsträger zugespannt werden. Die Form dieser ganz aus Eisen hergestellten Träger, welche mittels in die Mauer versenkter Eisenpratzen befestigt werden, ist je nach der Situation und der Anzahl der zuzuführenden Drähte eine sehr verschiedene. Bei diesen Trägern ist vorzüglich darauf Bedacht zu nehmen, dass die Drähte möglichst parallel zugespannt werden können.

Da die Drähte durch eine möglichst kleine Maueröffnung geführt werden sollen, ist es nothwendig, dieselben

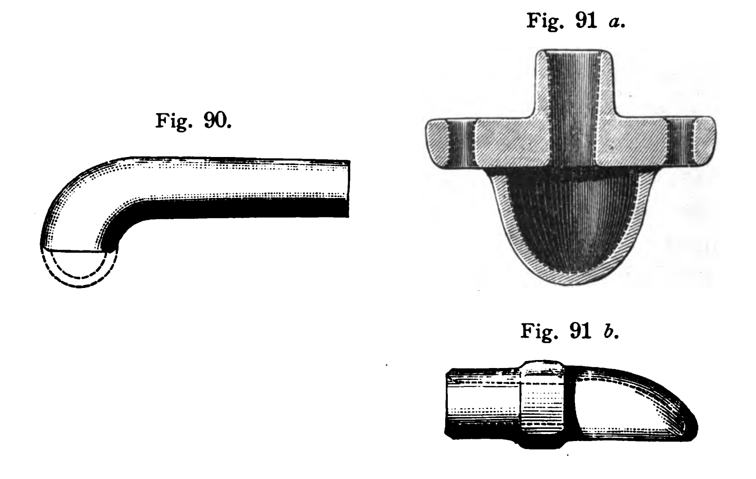


Fig. 90.

Fig. 91 *a*.

Fig. 91 *b*.

nahe aneinander zu bringen. Um dies zu ermöglichen, verwendet man in jenen Fällen, wo eine größere Anzahl Drähte zugeführt werden soll, zwei Einführungsträger, wovon der zweite, kleinere, unmittelbar unter der Einführungsöffnung liegt. Dies ist auch dann der Fall, wenn die Zuspannung zur Freihaltung der Passage sehr hoch über dem Bodenniveau erfolgen muss, die eigentliche Bureaulocalität aber, wie dies zumeist zutrifft, ebenerdig liegt.

Eine directe Durchführung der Drähte durch die Mauer darf, weil letztere als leitender Körper zu betrachten ist, nicht stattfinden. Da die Mauern stets Feuchtigkeit enthalten, welche zerstörend auf die schützende Hülle der isolierten Drähte wirkt,

sucht man die directe Berührung derselben durch Verwendung isolierender Körper zu hindern. Sind nur wenige Drähte einzuführen, so verwendet man sogenannte Einführungsschläuche aus Ebonit (Kammmasse) oder Porzellan (Fig. 90, 91 *a* und *b*).

Bei Zuführung mehrerer Drähte erweisen sich die sogenannten Einführungsplatten, Porzellanplatten, mit einer entsprechenden Anzahl Löcher, welche an der Innen- und Außenseite der Mauer befestigt werden, zweckentsprechend.

Um das Anlegen von Regentropfen an die Drähte und ein Abrinnen derselben in die Einführungsöffnung zu vermeiden, sollen die Drähte vom Einführungsträger von unten hinauf in die Platte geführt werden, und ist es auch gut, wenn die Einführung mit einem Schutzdache aus Blech überdeckt wird, um den directen Anprall des Regens an die Platte selbst zu verhindern. Kabel werden in die Bureaux in der Regel so eingeführt, dass in den Mauerdurchbruch ein Holzschlauch eingelegt und das Kabel durch selben durchgezogen wird. Das Kabel wird hierauf längs der Wand bis zur Blitzschutzvorrichtung geführt, dort an den Enden sorgfältig aufgelöst und die einzelnen, von der isolierenden Hülle befreiten Adern an die zugehörigen Klemmen gelegt.

§. 84. Die Bureauleitungen.

Innerhalb der Bureaux werden die Drähte längs der Bureauwände ebenfalls isoliert geführt, da eine directe Berührung mit den Bureauwänden einen zerstörenden Einfluss auf die isolierende Hülle der Drähte ausüben kann.

Zur Isolierung dienen sogenannte Führungsbretter und Führungsleisten, welche direct an die Mauer befestigt werden. Bei den Führungsleisten werden in dieselben Porzellannägel (Isoliernägel) eingeschlagen, die Drähte schraff gespannt und zur Befestigung um die Köpfe der Nägel so herumgewunden, dass selbe die Leisten selbst nicht direct berühren.

Die Befestigung an den Führungsbrettern erfolgt entweder in der gleichen Weise oder dadurch, dass in die Bretter eine der Anzahl der Drähte entsprechende Anzahl Nuthen eingehobelt

und die Drähte in die Nuthen eingelegt und mittelst Drahtklammern an das Brett festgeheftet werden.

Bei den Bureauleitungen sind Kreuzungen der Drähte möglichst zu vermeiden. Überall dort, wo selbe unvermeidlich sind, ist zu trachten, dass sich die Drähte nicht direct berühren.

Das Gleiche gilt von den Verbindungen der Drähte in den Apparattischen.

Eine übersichtliche und gefällige Anordnung der Drähte soll zum Principe erhoben werden.

Für die Zwecke der Orientierung und Untersuchung ist es von Vortheil, wenn innerhalb der Bureaux für die verschiedenen Linien verschiedenfarbige Drähte verwendet werden.

§. 85. Herstellung der Leitungsverbindungen.

Der Herstellung der Leitungsverbindungen ist die größte Sorgfalt zu widmen, da das Leitungsvermögen nicht unwesentlich von der Qualität derselben abhängt.

Sollen Drähte gleicher Dimensionen miteinander verbunden werden, so wendet man den sogenannten Würgebund (Fig. 92) oder den Wickelbund (Fig. 93) an.

Fig. 92.





Fig. 93.



Bei Verbindung von Drähten ungleicher Dimension, insbesondere von Eisendrähten mit Kupferdrähten, kommt zumeist der einseitige Würgebund zur Anwendung.

Wiewohl der Wickelbund sich als vortheilhafter erweist, so werden die Würgebünde, weil sich selbe leichter und bequemer herstellen lassen, vielfach noch vorgezogen.

Vor Herstellung einer Leitungsverbindung müssen die betreffenden Endstücke der beiden Drähte, welche miteinander

verbunden werden sollen, völlig rein und metallisch blank gemacht werden, was mittelst einer Feile und nachherigem Abglätten mit Schmirgelpapier erreicht wird.

Jeder Bund soll, um das Eindringen von Nässe innerhalb der Drahtwindungen und die hierdurch wahrscheinliche Oxydation der Drähte zu hindern, verlöthet werden.

Ist eine Löthung herzustellen nicht möglich, so muss der Bund zum mindesten ausgeschlagen, das heißt, mit dünnem Kupferdraht fest umwickelt werden.

Die Verbindung der Drähte mit den Apparaten wird zumeist durch Klemmschrauben hergestellt. Hierbei ist stets darauf zu achten, dass die Schrauben fest angezogen sind, und zu sorgen, dass der Draht, wie dies bei allzu festem Anziehen der Schraube leicht geschieht, nicht abgedreht wird.

Der Draht soll auch von links nach rechts um die Schraubenspindel gewunden sein, weil hierdurch der Draht von dem Kopfe der Schraube ganz umfasst wird.

§. 86. Erfordernisse einer guten Luft- oder oberirdischen Telegraphenleitung.

Außer größtmöglicher Leitungsfähigkeit und bestmöglicher Isolation sind noch folgende Anforderungen an eine gute Leitung zu stellen:

1. Der Leitungsdraht soll möglichst scharf gespannt sein, damit eine gegenseitige Berührung der an denselben Stützen befestigten Drähte nicht stattfinden kann. Hierbei ist jedoch auf Temperatursdifferenzen Rücksicht zu nehmen, indem der Draht sich in der Kälte zusammenzieht, und dies, wenn der Draht zu scharf gespannt war, ein Reißen desselben herbeiführen kann.

2. Die Drähte sollen so hoch über dem Boden gespannt sein, dass sie nicht leicht unabsichtlich oder böswillig zerstört werden können. Insbesondere gilt dies bei Weg- und Bahnübersetzungen. Bei Bahnübersetzungen müssen die untersten Leitungen mindestens 6 *m* über dem Schienenniveau liegen.

3. Die Stützen müssen gerade stehen und in dem Boden einen sicheren Halt haben. Die Winkelträger müssen fest ein-

geschraubt, die Isolatoren fest gegipst sein. Der Draht muss an den Isolatoren festgebunden sein, damit ein Herabfallen desselben nicht möglich ist.

4. Die Leitungen sollen in möglichst gerader Linie oder in sanftem Bogen dahingeführt werden. Scharfe Winkel sind thunlichst zu vermeiden.

D. Die Telegraphenapparate.

§. 87. Benennung der Apparate.

Wiewohl zur Ermöglichung der telegraphischen Correspondenz zweier Stationen außer den integrierenden Bestandtheilen einer jeden telegraphischen Verbindung, der Leitung und dem Elektricitätserzeuger an Apparaten nur je ein Empfänger und ein Zeichengeber nothwendig wäre, so bedarf man außerdem immer noch gewisser Hilfsapparate, welche theils zum Schutze dienen, theils die telegraphischen Manipulationen unterstützen und endlich die Erkennung von Fehlern in den Einrichtungen, sowie deren Behebung ermöglichen.

Die bei dem Morse-System allgemein verwendeten Apparate sind:

a) Der Empfänger oder Schreibapparat;
b) der Zeichengeber oder Taster;
c) das Relais oder der Übertrager;
d) die Boussole oder der Stromanzeiger;
e) der Linienwechsel oder Umschalter;
f) die Blitzschutzvorrichtung.

§. 88. Der Schreibapparat.

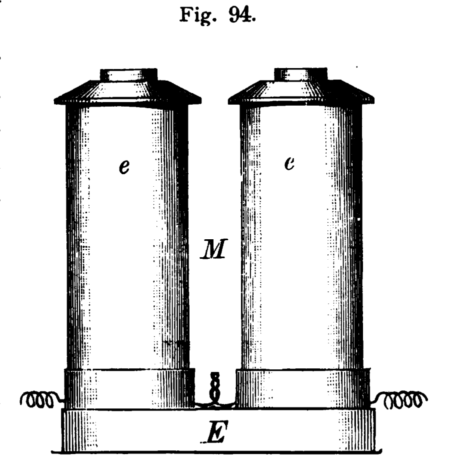
Man unterscheidet hierbei, je nachdem die Schrift durch Eindrücke eines Stahlstiftes in den Papierstreifen hervorgerufen oder farbig auf demselben hergestellt wird, zwischen Reliefschreiber und Farbschreiber. Letztere beginnen sich nunmehr allgemein im Eisenbahndienste einzubürgern.

Bei jedem Schreibapparate sind zu unterscheiden:

a) Der Elektromagnet;
b) die Schreibvorrichtung;
c) die Papierführung.

Der Relief- oder Stiftschreiber. Der Elektromagnet *M* (Fig. 94) wird aus zwei cylindrischen Eisenkernen gebildet, welche durch ein Eisenstück *E* zu einem Hufeisen verbunden sind und auf welche die Magnetisierungsspiralen *e e* aufgeschoben werden. Die Windungen der beiden Magnetisierungsspiralen sind derartig angeordnet, dass an den Enden der Kerne je ein Nord- und ein Südpol entsteht. Die beiden mittleren Enden der Spulendrähte werden, nachdem sie blank gemacht wurden, miteinander verdreht und sodann verlöthet. Die äußeren Enden führen zu den beiden seitlichen Schrauben der Klemmen *q* und *r* des Postamentbrettes (Fig. 95).

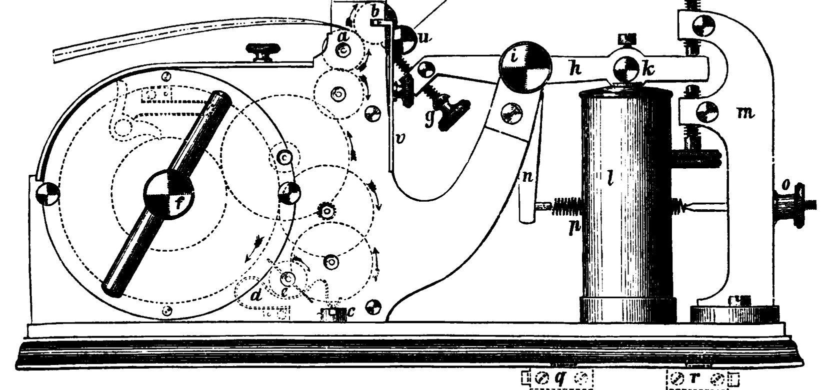
Fig. 94.



Die Schreibvorrichtung besteht aus dem dreiarmigen Hebel, dem Schreibhebel *hkn* (Fig. 95), welcher um die horizontale Achse *i* drehbar ist. Das vordere Ende dieses Hebels ist knieförmig abgebogen und trägt den Schreibstift *g*. Am hinteren Ende wird der aus einem cylindrischen Stücke weichen Eisens bestehende Anker *k* durch eine Öffnung im Hebel durchgesteckt und durch eine Schraube festgehalten. An dem Hebelarme *n* ist die Abreiß- oder Regulierfeder *p* befestigt. Diese Feder kann mittelst Hilfe der Schraube *o* nach Bedarf gespannt oder nachgelassen werden. Die an dem Ständer *m* angebrachten Stellschrauben dienen zur Begrenzung der Bewegung des Hebels, das ist der Hubhöhe. Der Schreibstift *g* besteht aus einer Stahlschraube, die an ihrem oberen Ende nadelförmig verlängert ist. Die nadelförmige Verlängerung

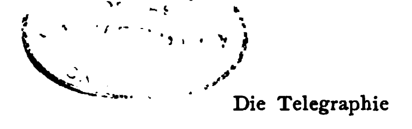
ist an ihrem Ende abgerundet, gehärtet und glatt poliert. Der knieförmige Abbug des Schreibhebels ist in der Regel der

Fig. 95.



Länge nach durchschlitzt und passt der Schraubengang des Schreibstiftes in das in denselben eingeschnittene Gewinde.

Eine seitlich angebrachte Schraube erfüllt den Zweck, den Schreibstift in der richtigen Lage festzuhalten.



Um eine Verschiebung der Stellschrauben, sowie der beiden Schrauben, in welche der Schreibhebel eingelagert ist, zu verhindern, werden selbe durch Gegenschrauben festgehalten.

In die Mitte der Schreibwalze *b* (Fig. 95) ist eine Rille eingeschnitten, in welche der Schreibstift, wenn der Anker von dem Elektromagneten angezogen wird, genau eingreifen muss.

Zur Regulierung dieses Eingriffes ist der Schreibhebel seitlich verschiebbar gemacht. Wird nun der Papierstreifen zwischen den beiden Walzen *a* und *b* fortgeschoben, so wird bei jedem Anziehen des Ankers der Schreibstift in den Papierstreifen von unten leicht eingedrückt, wodurch die Zeichen an der Oberseite des Streifens erhaben hervortreten.

Die Papierführung wird dadurch bewirkt, dass die auf ihrer Oberfläche gerauhte Messingwalze *a* durch ein Uhrwerk in eine gleichförmige Drehung versetzt wird. Diese Walze versetzt nun die glatte Schreibwalze *b* durch Friction in eine entgegendrehende Bewegung und wird den zwischen diesen beiden Walzen durchgesteckten Papierstreifen gleichmäßig vorwärts schieben. Zwei Federn *v*, welche mit ihrem abgebogenen Theile in den zur Aufnahme der Walze *b* in der vorderen und rückwärtigen Gestellwand vorgesehenen Schlitz eingreifen, drücken auf die Achsenenden dieser Walze und erzeugen so den zur Hervorbringung der Friction erforderlichen Druck.

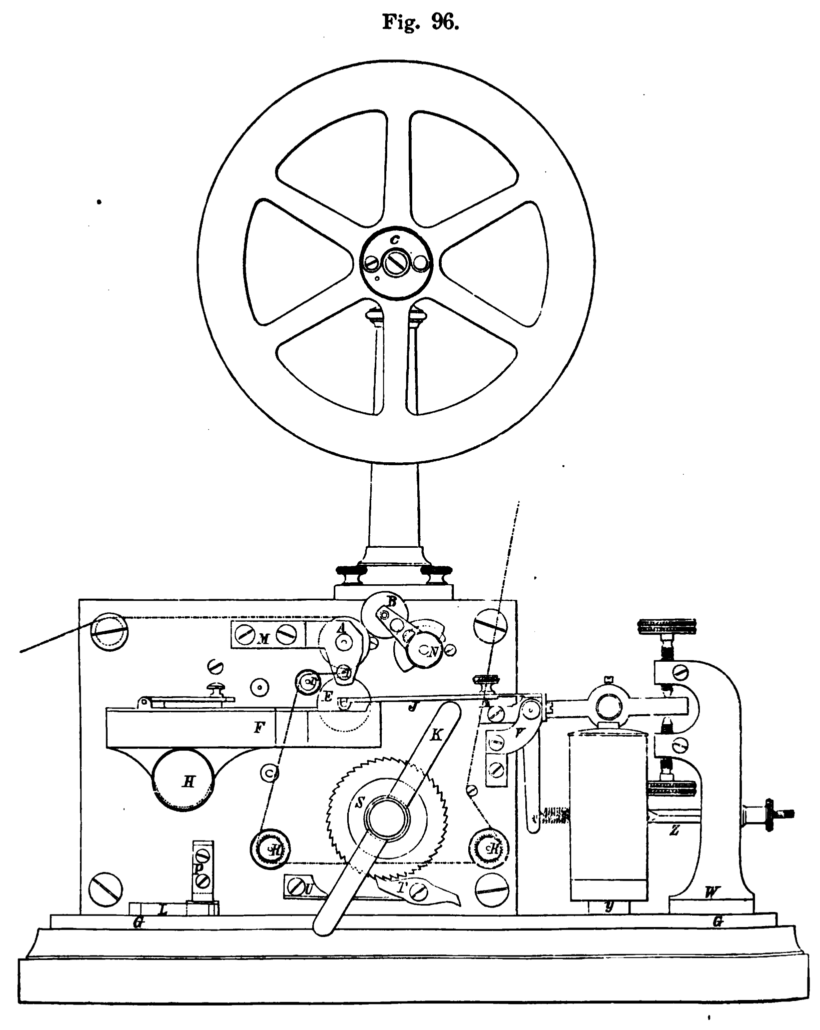
Der Papierstreifen, welcher zu einer Rolle aufgewunden ist, befindet sich zwischen zwei Messingscheiben *t*, welche von einem an dem Apparate befestigten Messingständer *s* getragen werden. Die eine dieser Scheiben kann, um den Papierstreifen aufzuschieben, abgenommen werden.

Damit das Papier stets in der gleichen Lage weitergeführt werden kann, muss dessen seitliche Bewegung begrenzt werden. Hierzu dient eine am Apparate befestigte Führung, deren Öffnung durch zwei seitliche Schrauben entsprechend gestellt werden kann.

Die Zeichen werden bei dem Reliefschreiber durch Eindrücken des Schreibstiftes in den Papierstreifen hervorgerufen,

und zwar wird dies dann erfolgen, wenn in den Elektromagneten des Apparates ein Strom circuliert und somit der

Fig. 96.



Anker des Schreibhebels angezogen wird. Wird der Strom unterbrochen, so zieht die Abreißfeder *p* den Anker von den Elektromagneten ab und entfernt hierdurch gleichzeitig den

Schreibstift von dem Papierstreifen, welcher infolge dessen während dieser Zeit glatt bleibt.

Der Farbschreiber. Die vielen Nachtheile, welche die Reliefschreiber haben und unter welche vornehmlich die schwere und die Augen ermüdende Lesbarkeit der Schrift, die leichte Vernichtung der Schrift durch Zusammenfalten oder Verknittern der Papierstreifen und endlich die Verlangsamung der Laufgeschwindigkeit der Apparate durch den Druck des Schreibstiftes auf den Papierstreifen zu rechnen sind, haben schon lange den Ersatz der erhabenen oder Reliefschrift durch Farbschrift wünschenswert erscheinen lassen. Nachdem es gelungen ist, die Farbschreiber so weit zu vervollkommnen, dass selbe alle Anforderungen befriedigen, ist die Verwendung derselben eine sehr verbreitete, und werden dieselben nunmehr auch für die Zwecke der Eisenbahntelegraphie schon fast allgemein eingeführt.

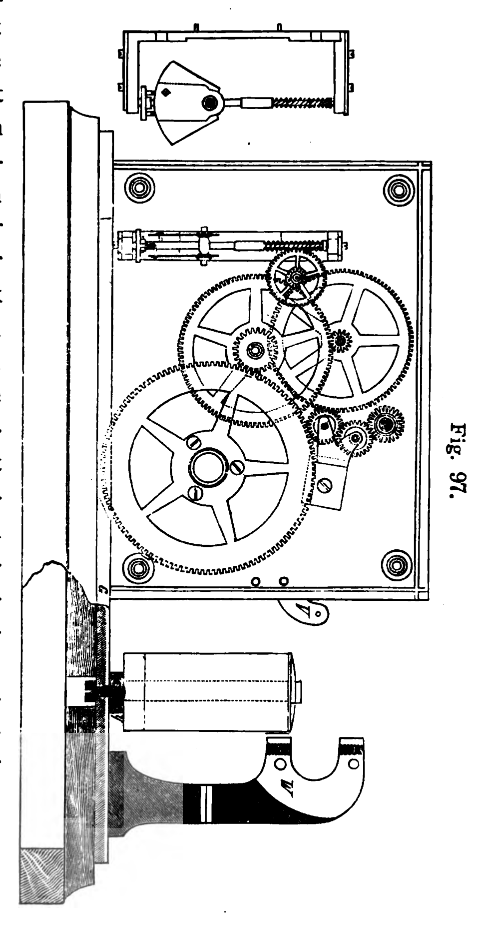


Fig. 97.

Im Principe unterscheiden sich die Farb- von den Reliefschreibern, wie dies schon der Name ergibt, nur durch die Art und Weise der Hervorbringung der telegraphischen Zeichen.

Doch sind in den Detailanordnungen so viele Abänderungen getroffen, dass auch diese berücksichtigt werden müssen.

Von den vielen in den einzelnen Theilen nicht unwesentlich abweichenden Modificationen der Farbschreiber sei hier nur als typischer Repräsentant, der Farbschreiber, Normaltype

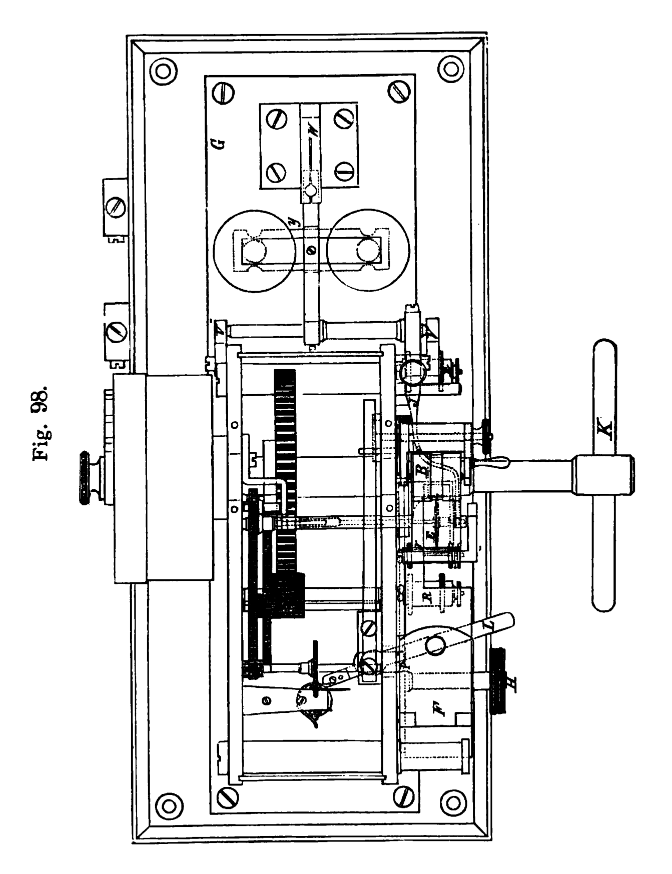
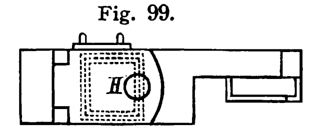


Fig. 98.

der k. k. österr. Staatsbahnen, vorgeführt. Auf der Grundplatte *G* (Fig. 96), welche auf einem Grundbrette aufgeschraubt ist, sind der Regulierständer *W*, der Elektromagnet *g* und das gesammte Laufwerk, dessen innere Details aus Fig. 97 ersehen werden können, mittelst Metallschrauben befestigt. Das Lauf-

werk, der Elektromagnet und der Regulierständer *W* ist im Principe von der gleichen Einrichtung des Reliefschreibers nicht verschieden. Der in den an den Seitenwänden des Laufwerkes befestigten Lagerbügeln *V* gelagerte zweiarmige Ankerhebel trägt an der Seite gegen die vordere Gestellwand, nach rückwärts die Verlängerung *I*, welche (Draufsicht, Fig. 98) in ihrem Verlaufe zweimal nach vorne, beziehungsweise rückwärts abgebogen ist. Dieser Hebel ist an dem vorderen Ende hakenförmig abgebogen und umgreift die Achse des Farbrädchens *E*, ferner ist dieser Hebel am rückwärtigen Ende gefedert, um einen weichen Anschlag zu sichern und trägt eine Stellschraube, welche, durch denselben hindurchgehend, auf einem festen Ansatz aufliegt. Diese Schraube dient dazu, das Farbrädchen nach Bedarf tiefer in das Farbgefäß *F* einsenken oder aus demselben herausheben zu können. Die Achse des Farbrädchens reicht in das Innere des Uhrwerkes, in die hohle Achse des mittleren Triebrades (Fig. 98) hinein, und endigt in eine Hülse, welche auf einen Dorn dieser Achse so aufgesetzt ist, dass selbes sich mit dem Rade drehen muss, dass aber hiebei eine kleine auf- und abwärtsgehende Bewegung desselben möglich ist.

Fig. 99.



Das Farbrädchen besteht aus Stahl, ist gegen den Rand dem ganzen Umfange nach schneidenartig abgeschrägt und blank poliert.

Der Papierstreifen geht von der, hier in der Mitte der Decke des Triebwerkes befestigten, Papierscheibe *c* vorerst über einen vorstehenden Stift zu den Rollen *R R* an einem zweiten Führungsstifte vorbei, über die Rolle *r* um den Stift *D* und Walze *A*. Walze *B* ist sammt den zugehörigen Lagerständern um *N* drehbar und drückt mit ihrem Gewicht auf den über *A* gleitenden Papierstreifen, hierdurch eine stets gleichmäßige Spannung des Papierstreifens bewirkend. Der vorbeigleitende Papierstreifen setzt Walze *B* in rotierende Bewegung, wodurch eine ruhige gleichmäßige Bewegung des Streifens ohne Ab-

scheren desselben oder Verwischen der farbigen Schrift stattfindet. Diese Art der Papierführung ist nothwendig, weil die Schrift von oben aus gelesen werden muss. Die Farbflüssigkeit befindet sich in dem Farbgefäße *F*, welches um die Achse *H* verdreht werden kann, um so das Farbrädchen, welches in den Vordertheil des Gefäßes hineinragt, nach Maßgabe des Farbverbrauches stets gleichmäßig mit Farbe versorgen zu können. An der Oberseite über *H* befindet sich eine Klappe, welche eine Öffnung des Gefäßes verdeckt und nach Abheben ein Nachfüllen der Farbflüssigkeit gestattet. Das Farbgefäß ist nach obenhin fast ganz verdeckt und wird nur ein kleiner Vorsprung desselben für das Farbrädchen freigelassen (Draufsicht, Fig. 99). Als Farbflüssigkeit oder Schreibfarbe kommt eine etwas fettige indigoblaue oder schwarze, rasch trocknende Flüssigkeit zur Verwendung.

Die Wirkungsweise der Schreibvorrichtung lässt sich an der Hand der Fig. 96 wie folgt versinnlichen: Sobald der Stromkreis des Elektromagnetes *g* geschlossen ist, zieht selber den Anker an und hebt dadurch die rückwärtigen Ankerhebel *I* und mit selben das Farbrädchen in die Höhe. Letzteres drückt sich an den um *D* führenden Papierstreifen an und gibt von der aus dem Farbgefäße entnommenen Schreibfarbe an das Papier ab. Ist das Laufwerk in Bewegung, rollt sich also der Papierstreifen ab, so wird hierdurch auf demselben ein blauer Strich entstehen, dessen Länge der Laufgeschwindigkeit des Streifens und der Dauer der Anziehung des Ankers proportional ist. Durch den Umstand, dass das Farbrädchen fortwährend rotiert und mit dem Untertheile in die Farbflüssigkeit hineinragt, versorgt es sich stets mit frischer Farbe und kann selbe daher auch fortwährend an den Streifen abgeben.

Die Zeichen erscheinen hierbei am Unterrande des Papieres, wären deshalb nicht sichtbar und muss daher der Streifen weiterhin so geführt werden, dass die Schrift nach oben zu liegen kommt und abgelesen werden kann. Verschwindet der Magnetismus des Elektromagnetes, was durch Stromunterbrechung bewirkt wird, so verschwindet auch die anziehende

Wirkung desselben auf den Anker und derselbe wird durch die Abreißfeder *z* nach oben gehoben; hierdurch senkt sich der Hebel *I* und mit ihm das Farbrädchen *E* nach abwärts und hebt die Berührung mit dem Papierstreifen auf. Derselbe wird daher während der Stromunterbrechung weiß bleiben.

Die Laufgeschwindigkeit des Papierstreifens ist, um klare scharfe Zeichen zu erhalten, eine viel größere als beim Reliefschreiber und speciell bei dieser Construction auch die Laufdauer für ein einmaliges Aufziehen der Triebfeder wesentlich erhöht.

Dass der Kraftaufwand zur Hervorbringung der Zeichen bei diesem Apparate ein bedeutend geringerer ist als bei den Reliefschreibern, welche zur Hervorbringung der Schrift einen kräftigen Druck des Schreibstiftes auf das Papier erfordern, ist sofort ersichtlich, und ermöglichen es daher diese Apparate, auch ohne das Relais, dessen Zweck späterhin (§. 91) erläutert wird, direct arbeiten zu können.

§. 89. Der Zeichengeber oder Taster

hat den Zweck, die telegraphischen Zeichen in den Empfangsapparaten der Telegraphenstationen zu erregen. Es sind dies, nur Arbeits- und Ruhestrom in Betracht gezogen, demnach Vorrichtungen, welche gestatten, nach Belieben einen Strom in die Leitung zu entsenden oder denselben zu unterbrechen.

Der Metallhebel *b* des Tasters (Fig. 100) ist auf der Stahlachse *c* beweglich, letztere ist in dem Ständer *a* und dieser auf einem Holzbrette befestigt. Das eine Ende des Tasterhebels ist mit dem hölzernen Knopfe *d* versehen, welcher beim Telegraphieren als Griff dient, an dem anderen Ende ist die Contactschraube *e* angebracht.

Unter dem Hebel ist der Contactpunkt *f* und der Auflagepunkt *g* auf dem Grundbrette befestigt. Die an dem Ständer *a* befestigte Feder *i* drückt während der Ruhelage des Hebels die Contactschraube *e* gegen den Contactpunkt *f*.

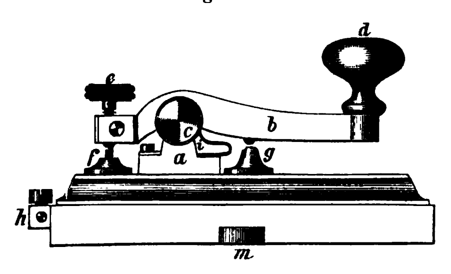
Wird dagegen der Hebel am Kopfe *d* niedergedrückt und somit die Kraft der Feder *i* überwunden, so dass *b* auf *g* auf-

liegt, so wird der Contact zwischen *e* und *f* aufgehoben, dagegen der Contact zwischen *b* und *g* hergestellt.

Am Tasterbrette sind endlich noch zwei Klemmen *h* angebracht, deren eine mit dem Contactpunkte *f*, die andere dagegen mit dem Ständer *a*, also auch mit dem Hebel *b* und somit auch mit der Contactschraube *e* in fortwährender metallischer Verbindung steht. Andererseits stehen diese beiden Klemmen mit der Tischschaltung und durch diese mit der Telegraphenleitung in Verbindung.

Die Schraube *e* dient zur Regulierung der Hubhöhe des Tasterhebels und wird in der gewählten Lage durch eine Pressschraube festgehalten.

Fig. 100.



Man heißt nun den vorderen Contact *f* den Ruhecontact, den rückwärtigen Contact *g* den Arbeits- oder Telegraphiercontact.

Durch abwechselndes Niederdrücken und Loslassen des Tasterhebels an dem Knopfe *a* werden die telegraphischen Zeichen hervorgerufen, und zwar erzeugt jeder Anschlag auf den Arbeitscontact ein Zeichen, dessen Länge von der Dauer des Anschlages abhängt.

Die Wirkung bei Ruhe- und Arbeitsstrom ist nun eine entgegengesetzte.

Der Strom geht bei Ruhestrom (also geschlossenem Stromkreise) von der Leitung zu der Achse *c* über den Tasterhebel zum Ruhecontact und von diesem weiter bis zur Erde oder in die Leitung zur nächsten Station.

Wird nun der Contact bei *f* durch Niederdrücken des Tasterhebels aufgehoben, so wird der Strom unterbrochen und

die Apparate angeregt. Es bedarf also bei Ruhestrom des Arbeitscontactes gar nicht und wird derselbe deshalb bei ausschließlich für Ruhestrombetrieb verwendeten Tastern, wegen unnützer Abnützung des theueren Platins, gänzlich weggelassen.

Bei Arbeitsstrom muss die leitende Verbindung zwischen allen Theilen der Telegraphenlinie, behufs Ermöglichung der gegenseitigen Correspondenz, ebenfalls hergestellt sein, doch sind die Batterien im Ruhezustande nicht mit der Linie verbunden, sondern gelangen erst während des Telegraphierens zur Wirksamkeit.

Die Leitung geht vorerst zur Mittellamelle, von welcher aus durch den Tasterhebel die leitende Verbindung mit *f* hergestellt wird. Drückt man den Tasterhebel nieder, so soll die Batterie eingeschaltet werden, es muss demnach der Arbeitscontact mit einem Pole der Batterie in Verbindung stehen.

Während des Arbeitens geht der Strom von der Batterie durch den Arbeitscontact, über den Tasterhebel, in die Leitung zu den Apparaten der Endstation und kehrt von da über die Erdleitung durch die Erde zur Batterie zurück.

Es sind demnach für den Arbeitsstrom beide Contacte von gleicher Wichtigkeit.

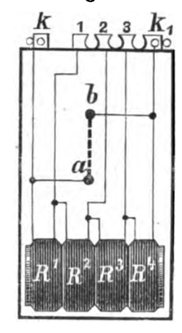
§. 90. Der Widerstands- oder Rheostattaster.

Für die telegraphische Correspondenz mit Stromdifferenzen (§. 68), und zwar durch Stromverminderung, wird zur Hervorbringung derselben der Widerstands- oder Rheostattaster verwendet. In seiner äußeren Form dem gewöhnlichen Morsetaster (Fig. 100) vollkommen gleichend, unterscheidet er sich von demselben dadurch, dass im Innern des Postamentes eine Serie künstlicher Widerstände, aus um einen Holzrahmen gewundener dünner und isolierter Neusilberdrähte bestehend, untergebracht ist. Das eine Ende dieser untereinander verbundenen Widerstände, R^1 R^2 R^3 R^4 Rheostate (Fig. 101) genannt, steht mit der äußeren linksseitigen Klemme *k* des Tasters, das zweite mit dem Ruhecontacte *b* desselben in Verbindung. Außerdem ist die linksseitige Klemme mit dem

Achslager *a* des Tasterhebels, die rechtsseitige Klemme mit dem Ruhecontacte *b* durch ein Drahtstück leitend verbunden.

Im normalen Zustande wird der Strom seinen Weg von *k* über *a*, den Tasterhebel nach *b* und von hier zu k_1 finden. Wird dagegen der Contact bei *b* durch Niederdrücken des Tasters unterbrochen, so muss der Strom seinen Weg von *k* zu R_1 durch die Rheostate nach k_1 nehmen und wird dem Widerstande (Ohm'sches Gesetz §. 32) derselben entsprechend geschwächt.

Fig. 101.



Außerdem, dass die einzelnen Rheostate untereinander verbunden sind, zweigt auch immer je ein Draht derselben zu den an der Vorderseite des Tasterpostamentes angebrachten Ausschalteklemmen 1, 2, 3 ab. Hierdurch wird es möglich, den für die Correspondenz erforderlichen Widerstand nach Bedarf zu regulieren, indem die Widerstände durch Verbinden der Ausschalteklemmen mittelst Stöpsel aus- und eingeschaltet werden können. Ist zum Beispiel der Stöpsel zwischen Klemme 1 und 2 eingesteckt, so geht der Strom von *k* über R^1, 1, 2, R^3, R^4 zu k_1, und der Widerstand R^2 ist ausgeschaltet.

§. 91. Das Relais.

Wie gezeigt wurde, erfordert der Reliefschreiber eine bedeutende elektromotorische Kraft, um in den Eisenkernen jenen starken Magnetismus hervorzurufen, welcher eine so kräftige Ankeranziehung erzeugt, dass die auf dem Papierstreifen herzustellenden erhabenen Schriftzeichen deutlich und gut lesbar erscheinen.

Die großen Widerstände einer langen Leitung, sowie die auf jeder Leitung unvermeidlichen Nebenschließungen (§. 38) schwächen den Strom nun derart, dass eine stets gleichmäßige Wirkung des Schreibapparates, selbst bei Anwendung sehr starker Batterien, nur sehr schwer zu erreichen ist.

Diesem Übelstande zu begegnen, nahm man seine Zu-

flucht zu einem besonderen Hilfsapparat, dem Relais, welches anstatt des Schreibapparates in die Linie eingeschaltet wurde. Das Relais dient nun zum Schließen und Öffnen einer besonderen sogenannten Local- oder Ortsbatterie, in deren sehr kurzen und wenig Widerstand bietenden Stromkreis der

Fig. 102.

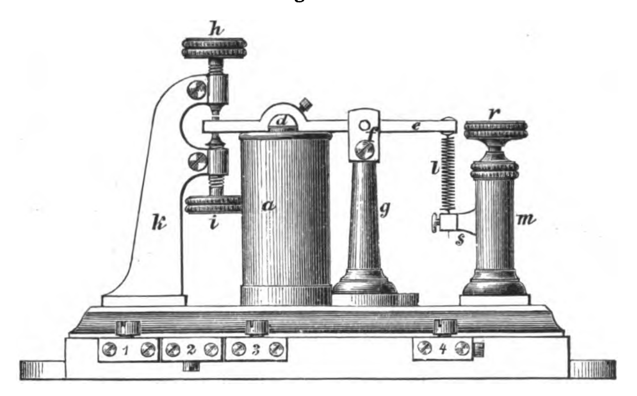
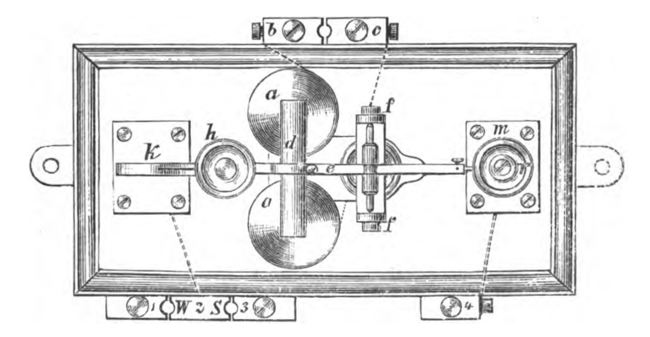


Fig. 103.



Schreibapparat eingeschaltet wird. Hierdurch gelang es, da das Relais ein sehr empfindlicher und leicht regulierbarer Apparat ist, mit verhältnismäßig geringem Batterieaufwande eine verlässliche Wirkung des Schreibapparates zu erreichen.

Das Relais wirkt hier als selbstthätiger Taster, indem es die Zeichen, welche es aufnimmt, ganz in der Weise eines

Tasters durch Stromschluss und Stromunterbrechung auf den Schreibapparat überträgt.

Fig. 102 und 103 stellt die gebräuchlichste Form der Relais dar. Auf einer Grundplatte ist der Elektromagnet *a a*, dessen Eisenkerne durch ein Eisenstück zu einem Hufeisen verbunden sind, befestigt. Hinter dem Elektromagnete befindet sich der Ständer *g* mit dem Lager für den ungleicharmigen Doppelhebel *e*, welcher den Anker *d* trägt. Der hintere kürzere Hebelarm ist mit einer Spiralfeder *l* versehen, deren unteres Ende an dem Schieber *s* des Ständers *m* befestigt ist. Durch Drehung der Schraube *r* an diesem Ständer nach links oder rechts kann der Schieber nach aufwärts oder abwärts geschoben und hierdurch die Feder gespannt oder nachgelassen werden.

Da das Gewinde der Schraubenspindel ein sehr flaches ist, lässt sich die Federspannung, wie dies bei einem so empfindlichen Apparate nothwendig wird, sehr zart regulieren.

Der längere Arm von *e* spielt zwischen den beiden Limitierungsschrauben *h i* des vorderen Ständers *k*. Zur leichteren Beweglichkeit dieser Limitierungsschrauben sind die beiden Backen des Ständers *k*, in deren Muttergewinde diese Schrauben laufen, vorne aufgeschlitzt. Zur Fixierung der Limitierungsschrauben dienen die zwei seitlich angebrachten Pressschrauben.

Eine der beiden Contactschrauben, und zwar je nachdem mit Arbeits- oder Ruhestrom gearbeitet wird, die obere oder die untere, ist mit einer isolierten Spitze von Elfenbein versehen, damit bei Aufliegen des Hebels *e* an diese Schraube die leitende Verbindung unterbrochen bleibe.

Die andere gegenüberstehende Schraube trägt einen, der Hebel *e* zwei, an der Ober- und Unterseite einander gegenüberstehende Platincontacte, welche dazu bestimmt sind, die leitende Verbindung zwischen dem Ständer *k* und dem Hebel *e* herzustellen.

Der Ständer *k* steht mit der Klemme 2, der Ständer *m* mit der Klemme 4 in leitender Verbindung, und werden in

diese Klemmen die von dem Localstromkreise ausgehenden Verbindungsdrähte eingeklemmt.

Liegt der Hebel *e*, wie dies Fig. 102 darstellt, an die untere Limitierungsschraube an, so ist bei Ruhestrombetrieb der Localstrom unterbrochen, weil die isolierte Spitze derselben die leitende Verbindung aufhebt.

Liegt der Hebel jedoch an die obere Schraube an, so wird der Localstromkreis geschlossen, indem der Contact derselben die leitende Verbindung mit dem Hebel *e* herstellt.

Die Multiplicationsrollen der Elektromagnete sind direct mit den Leitungen verbunden. Wird nun der Linienstrom unterbrochen, so wird, da die Anziehung des Elektromagneten auf den Anker schwindet, die Feder *l* zur Wirkung gelangen und das Ende des Hebels *e* an den Contact der Schraube *h* anlegen, somit den Localschluss herstellen. Jeder Schluss der Localbatterie bedingt nun ein Anziehen des Ankers des Schreibapparates, jede Unterbrechung des Localschlusses, welche der Bewegung des Relaishebels nach abwärts entspricht, ruft eine aufwärts gehende Bewegung des rückwärtigen Theiles des Schreibhebels hervor. Das Relais wirkt somit in der Localkette genau so wie der Taster in der Linie und überträgt die Zeichen durch abwechselndes Öffnen und Schließen eines zweiten Stromkreises automatisch auf den Schreibapparat.

Bei Arbeitsstrombetrieb liegt der Hebel des Relais constant an die obere Schraube an. Wäre diese Schraube nun auch mit einem Contacte versehen, so würde die Localkette stets geschlossen bleiben. Der Schreibhebel, welcher nur bei Stromschluss den Eindruck in den Papierstreifen hervorbringt, würde zwar auch hier den Bewegungen der Relaishebel folgen, aber die Zeichen würden nicht erhaben hervortreten, sondern als Pausen zwischen den Strichen, welche der Schreibhebel in der Ruhelage in den Papierstreifen eindrückt, erscheinen.

Die Localkette ist sonach in der Ruhelage (Relaisanker abgerissen) unterbrochen, und wird in der Arbeitslage (Relaisanker angezogen) geschlossen.

Um das Relais für Arbeitsstrombetrieb einzurichten,

brauchen nur die beiden Schrauben *h* und *i* verwechselt zu werden.

Fig. 104.

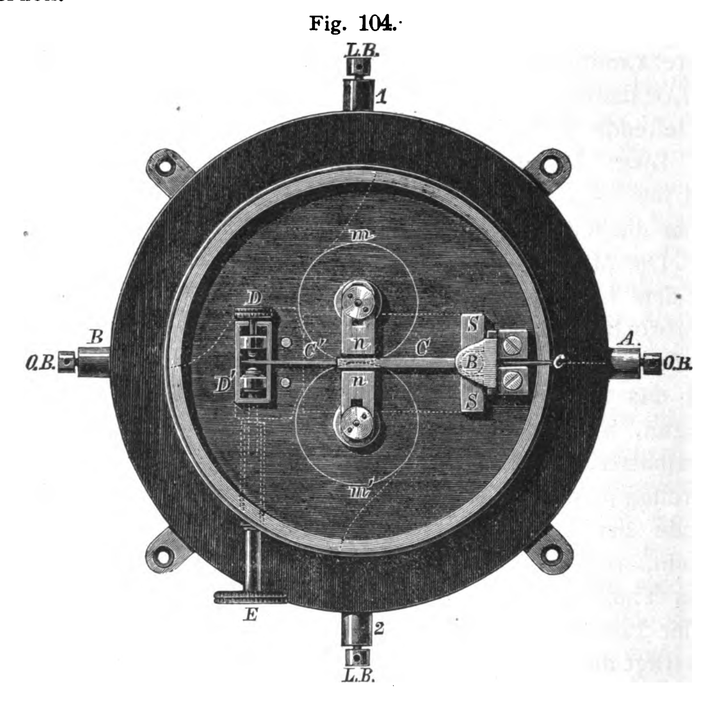
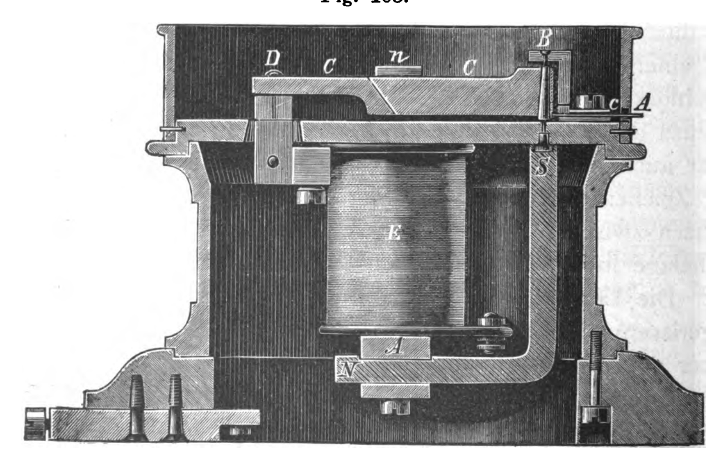


Fig. 105.



Für sehr lange Leitungen bedarf es noch empfindlicherer Relais, als das vorstehend beschriebene. Man verwendet hiefür Relais mit polarisiertem Anker (§. 61). Ein derartiges Relais, auch polarisiertes Relais genannt, ist in Fig. 104 (Draufsicht) und Fig. 105 (Seitenschnitt) dargestellt.

Dasselbe besteht aus einem rechtwinkelig gebogenen kräftigen Stahlmagnet NS, auf dessen Schenkel N der Elektromagnet E mit dem Verbindungsstücke A der beiden Elektromagnetkerne in dessen Mitte festgeschraubt ist. Am Ende des anderen Schenkels S ist das Eisenstäbchen C im feinen Zapfen B horizontal drehbar angebracht. Die verjüngte Verlängerung C_1 desselben, welche am Ende auf der einen Seite einen Platincontact trägt, spielt zwischen der mit Contact versehenen Metallschraube D und dem isolierenden Achathütchen D_1. Achathütchen und Schraube D sind auf einem gemeinsamen Messingrähmchen montiert, welche durch die Schraube E horizontal nach rechts oder links verschoben werden kann. Der gesammte Apparat wird in einer Messingdose, welche vier Klemmschrauben OB und LB trägt, untergebracht und nach oben mit einem Glasdeckel verschlossen. Auf die Elektromagnetkerne des Elektromagnetes sind sogenannte Polschuhe aus weichem Eisen aufgesetzt, welche den Zweck haben, die Pole desselben näher aneinanderzurücken und so einen geringeren Spielraum zwischen den beiden Polen zu erhalten, wodurch (§. 11) eine kräftigere Anziehung des Ankers, als welches das Eisenstäbchen C dient, erzielt wird. Diese Polschuhe, welche sich innerhalb gewisser Grenzen gegeneinander verschieben lassen, sind als nichts anderes als eine nach innen rechtwinkelig abgebogene Verlängerung der Magnetkerne zu betrachten, indem durch die magnetische Induction (§. 6) an den von den Kernen abgewendeten Enden der magnetische Pol entstehen wird.

Um sich die Wirkung dieses Relais zu erklären, ist vorher in Betracht zu ziehen, dass die beiden Elektromagnetkerne, welche mit der Mitte ihres Verbindungsstückes auf dem Nordpol des rechtwinkelig abgebogenen Magnetes aufliegen, magnetisch

werden und die beiden oberen Enden derselben (§. 6, Fig. 8) einen Nordpol bilden müssen, weil das an den Nordpol des Magnetes anliegende Eisenstück infolge der magnetischen Induction zum Südpole wird.

In gleicher Weise zeigt das Eisenstäbchen oder der Anker *C*, welcher von dem Südpol des Magnetstabes magnetisch beeinflusst wird, an dem abstehenden Ende einen Südpol, welcher zwischen die beiden Nordpole *n n* der Elektromagnetkerne zu liegen kommt, welche daher beide bestrebt sind, den Anker anzuziehen. Läge die Ankerzunge genau in der Mitte zwischen diesen beiden Polen, so würde sich die gegenseitige anziehende Wirkung aufheben und der Anker in Ruhe bleiben.

Durch entsprechende Verschiebung der Polschuhe *n n* und des Rähmchens $D\ D_1$ wird jedoch der Anker dem einen Pole genähert, von dem anderen Pole hingegen entfernt, wodurch (§. 11) die anziehende Kraft des einen Poles das Übergewicht über die des anderen Poles erlangt. Es wird sonach der Anker von diesem Pole angezogen, und legt sich das verjüngte Ende des Ankers entweder an *D* oder D_1 an. Bei Arbeitsstrom (§. 67) wird sich der Anker, wenn die Elektromagnete kein Strom durchfließt, an D_1, bei Ruhestrom hingegen an *D* anlegen müssen. Durchfließt die Elektromagnete jedoch Strom, so sucht derselbe in dem einen Kerne einen Nord-, im anderen Kerne hingegen einen Südpol zu erzeugen.

In der Regel ist der durch den Strom erzeugte Magnetismus stärker als der durch den Magnet inducierte, wodurch die Polarität des einen Polschuhes umgekehrt, hingegen der Magnetismus des anderen Polschuhes verstärkt wird. Wird nun der dem Anker normal näher liegende Nordpol zum Südpol und bleibt auf der anderen Seite der Nordpol, so wird, da gleichnamige Pole sich abstoßen, ungleichnamige hingegen anziehen (§. 3), der Anker von dem Südpole abgetrieben und sich gegen den Nordpol hin bewegen. Das Ende des Ankers legt sich sohin entweder an *D* oder an D_1 an. Hört die Circulation des Stromes wieder auf, so verschwindet der von demselben im Elektromagnete erzeugte Magnetismus, der Stahl-

magnet wirkt wieder in normaler Weise magnetisch inducierend auf die Polschuhe und den Anker ein und der Anker wird sich wieder an den näher liegenden Nordpol zurückbegeben.

Es wird sonach der Anker durch abwechselnden Stromschluss und Stromunterbrechung in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt und je nachdem er sich an die Contactschraube *D* oder das Achathütchen D^1 anlegt, den Localstromkreis durch die von Klemme *A*, über Anker *C*, Contact *D*, Klemme *B* gehende Localverbindung schließen oder unterbrechen.

§. 92. Die Boussole

ist nichts als ein Galvanoskop (§. 54), welches den Telegraphisten stets in die Lage setzt, zu constatieren, ob in der Telegraphenleitung überhaupt ein Strom circuliert und ob dieser Strom die normale Stärke hat, ferners bei etwaigem Versagen der Sprechapparate zu erkennen, ob auf der Linie telegraphiert wird oder nicht. Sie ist eines der wichtigsten Hilfsmittel zur Constatierung und Aufsuchung von Fehlern in den Leitungen, den eigenen Batterien und Apparaten, und kann somit als einer der unentbehrlichsten Hilfsapparate bezeichnet werden.

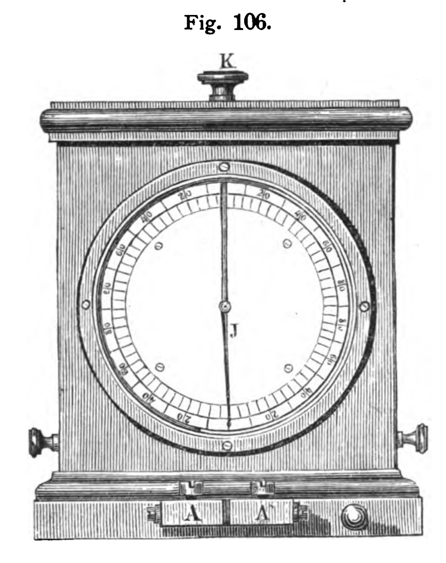
Eine dieser Boussolen, die liegende Boussole, wie solche in früherer Zeit verwendet wurden, ist bereits in Fig. 52, S. 65, abgebildet und beschrieben.

Die stehende Boussole, welche aus dem Grunde viel gebräuchlicher wurde, weil selbe dem Telegraphisten in sitzender Stellung eine leichtere Beobachtung derselben gestattet, unterscheidet sich von der liegenden Boussole eigentlich nur durch die Lage. Sie besteht (Fig. 106 und 107), aus einem hölzernen Rähmchen *M M* auf welches der isolierte Kupferdraht aufgewunden wird und dessen Enden mit den auf der Vorderseite sichtbaren Klemmen *A A* verbunden sind.

Die Magnetnadel *N* ist an einer sehr zarten Stahlachse, welche glatt poliert ist und am Vorderende einen Zeiger *J* trägt, aufgeschoben. Die Stahlachse wird auf

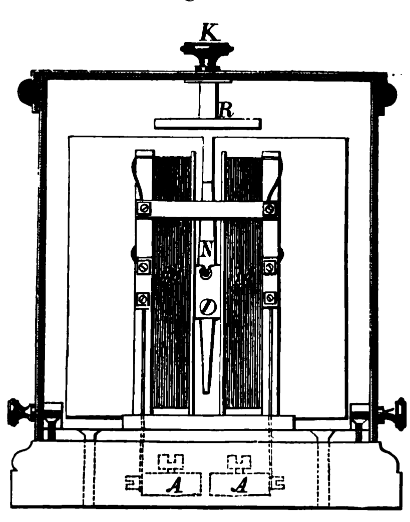
zwei nach oben offene Stahllager, welche an der Grundplatte oder häufig auch an dem Rähmchen selbst befestigt sind, so aufgesetzt, dass die Nadel innerhalb des Rähmchens frei drehbar ist und der Zeiger vor die graduierte Scala zu liegen kommt.

Fig. 106.



Die ganze Vorrichtung wird mit einem Schutzgehäuse, an dessen Vorderwand, gegenüber der Gradscala, sich ein Glasfensterchen befindet, überdeckt. An dem drehbaren Knopfe *K* ist ein Magnet, der sogenannte Richtmagnet *R*, befestigt, welcher dazu dient, die Nadel in der Ruhelage auf den Nullpunkt der Scala einzustellen.

Fig. 107.



Die beiden Klemmen *A A* an der Vorderseite, sogenannte Ausschalteklemmen, können durch einen Stöpsel direct miteinander verbunden werden, wodurch die Boussole aus der Leitung ausgeschaltet wird. Es empfiehlt sich, derartige Stöpselklemmen an allen directen, in die Linien eingeschalteten Apparaten anzubringen, weil sich hierdurch die Aufsuchung von Fehlern bedeutend erleichtert.

§. 93. Die Linienwechsel oder Umschalter.

Unter diesem Namen bezeichnet man jene Vorrichtungen, welche dazu dienen, den Strom von einer Leitung auf eine andere zu übertragen, den Stromkreis durch directe Erdverbindung zu verkürzen oder auch die Apparate der Stationen aus den Leitungen auszuschalten*), ohne den Stromkreis zu unterbrechen.

Die gebräuchlichsten Umschalter sind der Lamellenwechsel und die Stöpselumschalter.

Der Lamellenwechsel besteht aus einer, der Anzahl der Leitungen entsprechenden Anzahl horizontaler Messinglamellen, welche (Fig. 108 und 108*a*) voneinander getrennt auf einer isolierenden Unterlage so befestigt sind, dass die obere Reihe der Lamellen mit der unteren Reihe derselben einen rechten Winkel bilden. In jede dieser Lamellen sind so viele Löcher gebohrt, als Lamellen in einer Reihe vorhanden sind. Außerdem trägt jede der Lamellen zur Verbindung mit der Leitung eine Klemmschraube.

Die Löcher der oberen und unteren Lamellen liegen nun einander genau gegenüber, so dass durch Einstecken eines Metallstiftes T immer eine obere und eine untere Lamelle leitend verbunden wird.

Der Metallstift ist der Länge nach zweifach geschlitzt, damit durch die federnde Wirkung ein innigerer Contact hergestellt werde, außerdem ist er mit einem Knopfe von isolierendem Materiale versehen.

In der Regel werden an den oberen Lamellen die von den Leitungen und von der Erdleitung kommenden Drähte an die unteren Lamellen die zu den Apparaten führenden Drähte befestigt.

Mit dem Lamellenwechsel lassen sich die zahlreichsten Combinationen durchführen und findet derselbe daher überall

*) Eine vollkommene Ausschaltung findet hier nicht statt, da nach den Gesetzen der Stromverzweigung (§. 38) ein allerdings sehr geringer Bruchtheil des Stromes durch die Apparate hindurchgehen wird.



dort Anwendung, wo in ein Telegraphenlocale mehrere Linien einmünden.

Bei den Stöpselumschaltern werden die einzelnen Messinglamellen in einer Ebene nebeneinander auf ein Grundbrett oder direct auf die Platte des Tisches so aufgeschraubt, dass die kreissegmentartigen Ausschnitte der Lamellen miteinander correspondieren. Die Verbindung der einzelnen Lamellen geschieht durch konisch zulaufende Stöpsel mit

Fig. 108.

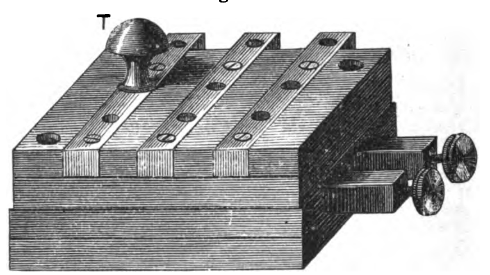
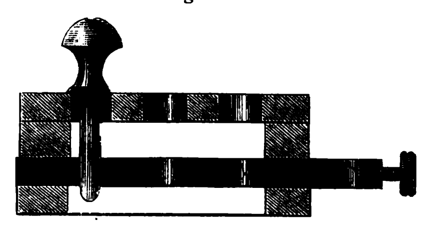


Fig. 108 *a*.



isoliertem Knopfe. Die Form und Anordnung der einzelnen Lamellen ist, je nach den Verwendungszwecken, eine sehr verschiedene. Die gebräuchlichsten Formen derselben sind aus Fig. 109 bis 112 ersichtlich und ist die Art und Weise ihrer Anwendung, unter Berücksichtigung der schematisch angedeuteten Verbindung mit den Linien und Apparaten, leicht zu erklären.

Die Ausschalter (Fig. 113) gehören auch in die Kategorie der Umschalter, doch dienen dieselben nur dem Zwecke, einzelne Apparate oder Batterien aus der Linie

auszuschalten. Bei den Apparaten werden dieselben zweckmäßig durch an die Grundbretter derselben angeschraubte Ausschalteklemmen ersetzt.

Bei dem Umschalter in Fig. 112 ist noch die Einrichtung getroffen, dass bei Ausschalten der Station durch directe Verbindung der beiden unteren Lamellen die Verbindung der

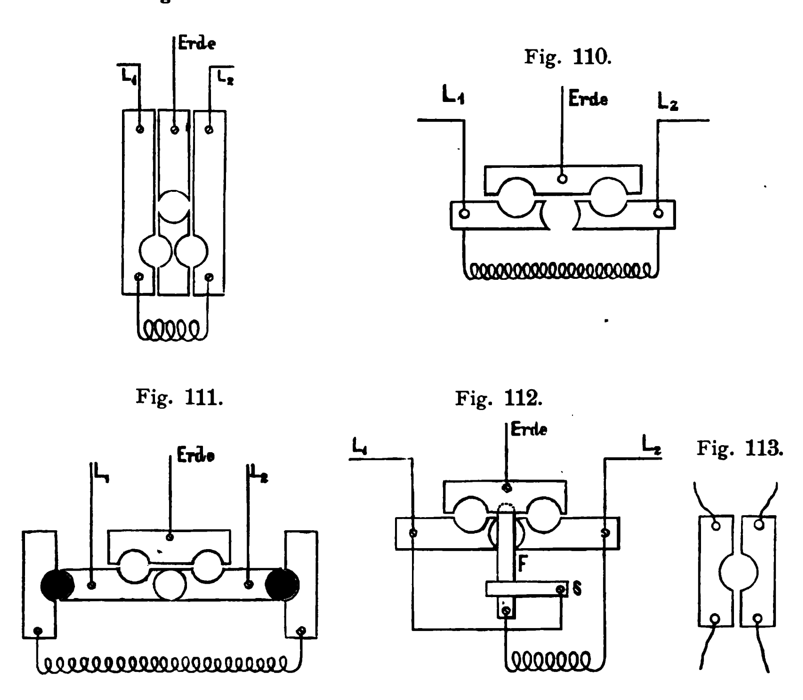


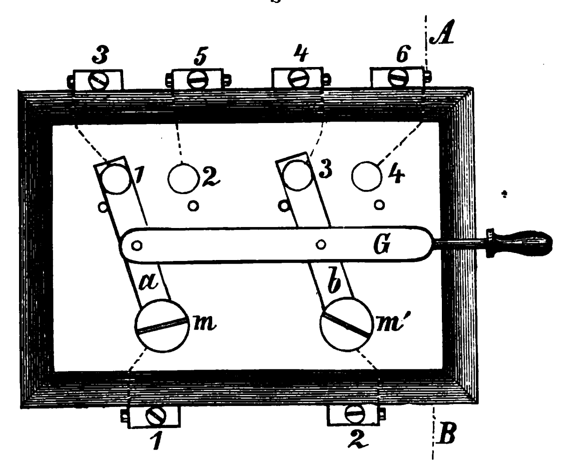
Fig. 109. Fig. 110. Fig. 111. Fig. 112. Fig. 113.

Linie mit den Apparaten aufgehoben wird, indem der eingesteckte Stöpsel die Feder *F*, welche normal an den Contactbügel *S* ansteht, von demselben abdrückt.

Der Schubwechsel Fig. 114 und 115 (Schnitt *A B*) dient dazu, eine Linie rasch mit einer anderen Linie zu verbinden. Die beiden Gleitspangen *a b* sind durch eine Querstange *G* drehbar so verbunden, dass sie durch Verschieben des Handgriffes *L* gleichzeitig entweder an die Contactpunkte 1 und 3

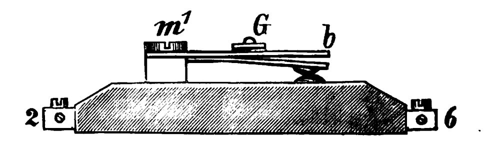
oder 2 und 4 angelegt werden. Da *G* von *a* und *b* isoliert ist, geht der Strom in der einen Lage von Klemme 1 über *m a* Contact 1 zur Klemme 3 und von Klemme 2 über m^1 *b* Contact 3 zu Klemme 4 und in der anderen Lage von

Fig. 114.



Klemme 1 über *m a* Contact 2 Klemme 5 und von Klemme 2 über m^1 *b* Contact 4 Klemme 6. Um einen sicheren Contact zu erhalten, ist an die Unterseite der Spangen *a* und *b* je eine Feder angebracht (Fig. 115), welche, correspondierend

Fig. 115.

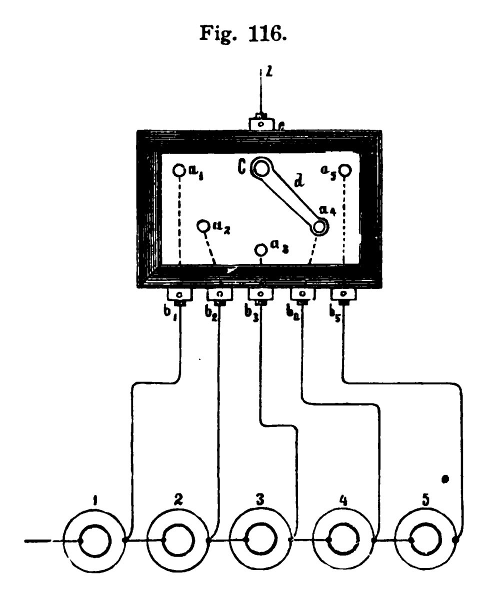


mit den Contactpunkten 1 bis 4, an der Unterseite den Contact trägt. Vier in das Postamentbrettchen eingesetzte Hemmstifte begrenzen die Bewegung der Gleitspangen *a b* gegen rechts und links.

Der Batteriewechsel (Fig. 116) hat den Zweck, nach Belieben und Bedarf die zur Disposition stehenden

Batterien der Reihe nach in die Linie ein- oder aus derselben auszuschalten. Durch Umstellen der um C drehbaren Kurbel d

Fig. 116.



auf die Punkte a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 werden der Reihe nach die Elemente 1, 2, 3, 4, 5 ein-, durch entgegengesetztes Drehen hingegen ausgeschaltet.

§. 94. Die Blitzschutz-Vorrichtungen.

Die atmosphärische Elektricität, wie wir selbe bei Gewittern in ihren elementarsten Wirkungen beobachten können, wirkt naturgemäß auf die Telegraphenleitungen und insbesondere auf die dünnen Multiplicationsdrähte der Apparate schädlich ein und kann durch Abschmelzen der Drähte, Zerstörung der Leitungen und Apparate nicht nur den Telegraphenbetrieb dauernd schädigen, sondern auch die Gesundheit und das Leben der Telegraphenbediensteten gefährden.

Die Wirkung der atmosphärischen Elektricität kann eine zweifache sein. Bei Gewittern kann man die einzelnen Wolken

als mit Elektricität erfüllte oder geladene Conductoren (§. 16) betrachten, welche von einem Nichtleiter (atmosphärische Luft) umgeben sind. Bei dem Bestreben der Elektricität, sich auszugleichen, das heißt, umgebende Körper auf den gleichen elektrischen Zustand zu bringen, wird dieselbe von dem geladenen Körper auf den nicht oder entgegengesetzt geladenen Körper dann übergehen, wenn die beiden Körper sich so weit nähern, dass die Elektricität den Widerstand des Isolators zu überwinden vermag. Bei der hohen Spannung der Elektricität in den Wolken sind die Widerstände, welche dieselbe zu überwinden vermag, sehr bedeutende, und wird daher dieser Ausgleich schon auf große Entfernungen hin mit großer Heftigkeit, unter den als Blitz bekannten Lichterscheinungen, erfolgen.

Eine mit positiver oder negativer Elektricität geladene Wolke wirkt infolge der elektrischen Influenz (§. 17) auf die Erde ein. Die entgegengesetzte Elektricität derselben wird angezogen und sich auf der Wolke näher gelegenen Hervorragungen der Erde, als: Thürme, Bäume, Telegraphensäulen und Leitungen etc., ansammeln und sich von hier aus mit der Elektricität der Wolke zu vereinigen trachten.

Nähert sich nun eine geladene Wolke der entgegengesetzt geladenen Telegraphenleitung auf eine solche Entfernung, dass der Widerstand der Luft überwunden werden kann, so wird die Elektricität von der Wolke auf die Leitung überspringen und sich rasch in derselben weiter verbreiten. Die in die Leitung übergehende Elektricität besitzt jedoch noch eine so hohe Spannung, dass selbe nicht nur in die Erde, sondern auch auf naheliegende Gegenstände überzugehen trachtet und auf dieselben überspringen wird, sobald sie den Luftwiderstand zu überwinden vermag. Sie wird daher auf alle jene Gegenstände überzuspringen trachten, die ihr einen geringeren Widerstand entgegensetzen als die Luft, und wird somit insbesondere in den Bureaulocalitäten leicht auf die Apparate und selbst auf den manipulierenden Telegraphisten übergehen können. Außerdem bewirkt diese hochgespannte Elektricität bei ihrem Durchgange durch die Leitungen eine so hohe

Erwärmung (§. 49) derselben, dass oft der 5 *mm* starke Leitungsdraht abschmilzt und in Stücken zu Boden fällt. Ein Abschmelzen der Spulendrähte würde bei dem directen Ausgleich der atmosphärischen Elektricität in die Leitung unter allen Umständen stattfinden, wenn nicht durch besondere Schutzvorrichtungen deren Einwirkung ganz oder zum größten Theile unschädlich gemacht würde.

Tritt jedoch die mit Elektricität geladene Wolke nicht so nahe an die Telegraphenleitung heran, dass eine directe Entladung in dieselbe erfolgen kann, so wirkt dieselbe dennoch vertheilend auf die gebundene positive und negative Elektricität der Leitung (§. 17). Die ungleichnamige Elektricität wird angezogen, die gleichnamige Elektricität wird abgestoßen. Sei die vorbeiziehende Wolke beispielsweise mit negativer Elektricität geladen, so wird die positive Elektricität der Leitung angezogen, die negative Elektricität derselben abgestoßen und wird die letztere durch die Leitung in die Erde abfließen. Zieht nun die Wolke vorbei, so wird die durch Anziehung der Wolke gebunden gewesene positive Elektricität frei und vereinigt sich mit der entgegengesetzten Elektricität der Erde. Es werden demnach bei jedem Vorbeiziehen einer mit freier Elektricität geladenen Wolke zwei elektrische Ströme in den Leitungen entstehen. Die durch die Vertheilung frei werdende Elektricität der Leitung ist jedoch ebenfalls von so hoher Spannung, dass selbe von einem Leiter auf den anderen überzuspringen und auch die dünnen Multiplicationsdrähte der Apparate abzuschmelzen vermag. Da directe Entladungen der atmosphärischen Elektricität in die Leitungen zu den Seltenheiten gehören, die Influenzströme aber während Gewittern sehr zahlreich auftreten, sind es die letzteren, welche das bekannte Knistern in den Blitzschutzvorrichtungen hervorbringen.

Zur Abwehr der schädlichen Einflüsse der atmosphärischen Elektricität verwendet man nun verschiedene Arten von Blitzschutzvorrichtungen.

Die Blitzplatten sind die jetzt am häufigsten ver-

wendeten derartigen Vorrichtungen und beruhen, wie alle ähnlichen Apparate, darauf, dass man zwei Metallkörper, deren einer direct mit der Erde, der andere mit der Leitung verbunden

Fig. 117.

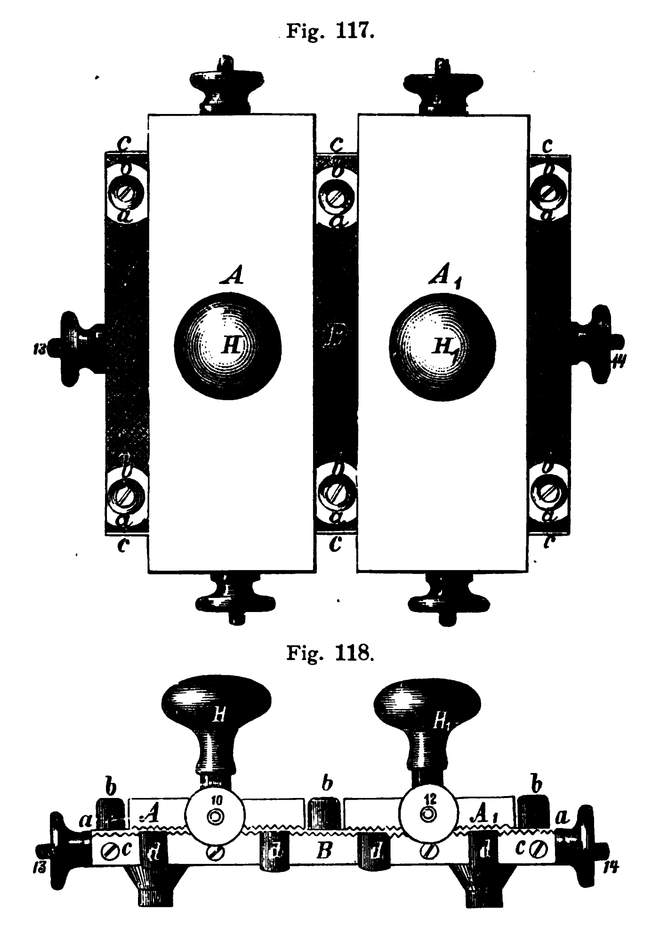


Fig. 118.

ist, einander möglichst nähert, um das Überspringen der hochgespannten atmosphärischen oder Influenz-Elektricität und somit den Übergang derselben in die Erde zu erleichtern.

Sie bestehen (Fig. 117 und 118) aus $1^1/_2$ *cm* dicken, 7—9 *cm* breiten und 16—18 *cm* langen metallenen, zumeist

gusseisernen Platten $A A_1$, welche auf die Erdplatte B, von derselben durch dünne Ebonitplättchen a getrennt, aufgesetzt werden. Dieselben sind mit Handhaben $H H_1$ zum Abheben versehen. Sowohl die beiden oberen Platten, Luftlamellen genannt, als die Erdplatte sind an den einander gegenüberstehenden Seiten entweder eben oder häufiger mit Rippen versehen. Das seitliche Verschieben der Luftlamellen oder oberen Platten wird durch isolierte Säulchen b verhindert. Da die Luftplatten den Erdplatten auf circa 0·5 *mm* genähert werden, findet das Überspringen der atmosphärischen Elektricität sehr leicht statt, wogegen der elektrische Strom der Batterien diesen Widerstand nicht zu überwinden vermag und seinen Weg durch die Apparate und Leitungen nimmt.

An Stelle der Metallblitzplatten verwendet man in neuerer Zeit Kohlenblitzplatten. Diese haben genau dieselbe Form wie die erstgenannten und sind nur die Luftlamellen, sowie die Erdplatte durch sehr feste und dichte Platten von Coakskohle ersetzt. Diese Kohlenplatten, welche zur Erzielung der nöthigen Festigkeit in eine Metallfassung eingebettet sind, haben ein sehr gutes Absaugevermögen für die atmosphärische Elektricität und gewähren außerdem noch den Vortheil, dass ein Zusammenschmelzen der Luftlamellen mit der Erdplatte, wie solches bei Verwendung von Metallplatten häufig vorkommt, ausgeschlossen ist. Hierdurch werden die zur Gewitterzeit aus der erwähnten Ursache häufig auftretenden Linienstörungen fast vollständig beseitigt.

Für kürzere Leitungen oder Leitungen, in welchen in kurzen Abständen viele Apparate zu schützen sind, verwendet man die in Fig. 119 und 120 dargestellten Blitzplatten. In ersterer sind die Platten hochkantig aufgestellt, so dass deren größere Fläche zur Wirkung gelangt. Die mittlere Platte ist hierbei die Erdplatte, die beiden Außenplatten die Luftlamellen. Auch hier können die Metallplatten zweckmäßig durch Kohlenplatten ersetzt werden.

Bei der Blitzplatte, Fig. 120, werden drei Messinglamellen L, E, L^1 sehr nahe nebeneinander auf eine gemeinsame Holz-

platte aufgeschraubt. Diese Lamellen, in welchen ebenfalls Klemmschrauben zur Aufnahme der Verbindungsdrähte vorgesehen sind, haben an der, der Nachbarplatte zugekehrten Seite eine Zahnung, um, da sich die Elektricität zumeist in den Spitzen concentriert, das Absaugen derselben durch die

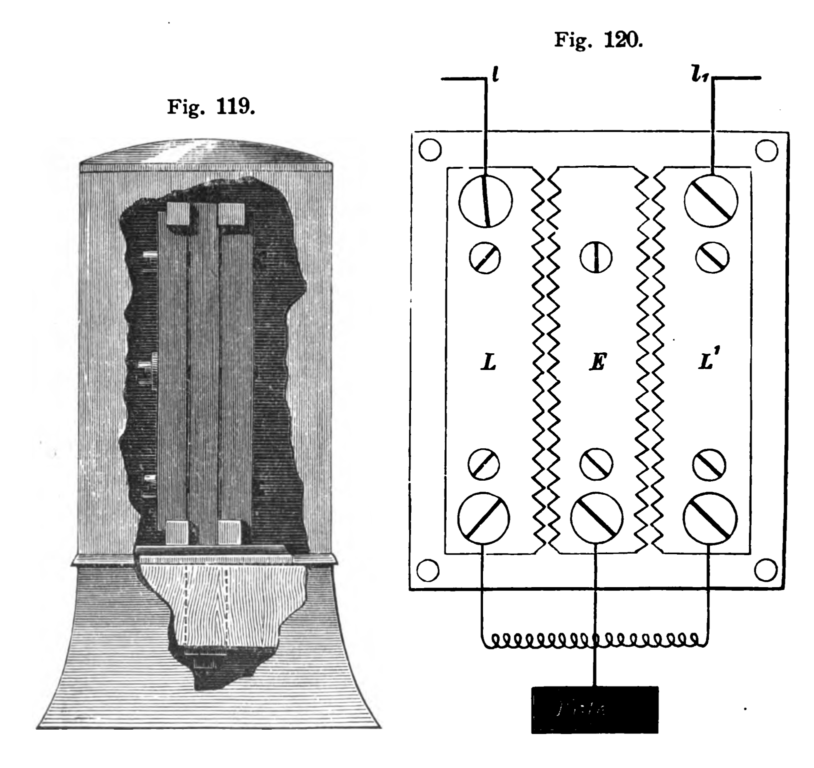


Fig. 119.

Fig. 120.

Erdplatte zu erleichtern. Die mittlere Platte, welche die Erdplatte ist, hat dementsprechend eine doppelte Zahnung.

Sollen diese Blitzplatten im Freien untergebracht werden, so werden sie, wie in Fig. 119 dargestellt, mit einem Schutzgehäuse überdeckt.

Diese beiden Blitzplattenconstructionen finden namentlich zum Schutze der elektrischen Signalapparate ausgebreitete Anwendung.

E. Die Morseschrift.

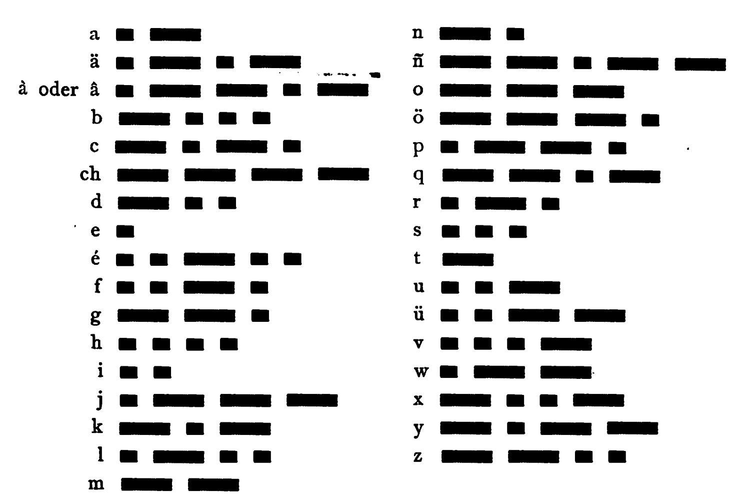
§. 95. Morsezeichen.

Da durch den Schreibapparat die Zeichen nur als farbige oder erhabene Striche erscheinen, deren Länge von der Willkür des Telegraphierenden abhängt, können die Zeichen nur aus entsprechender Gruppierung von längeren und kürzeren Strichen gebildet werden. Hierfür wurden nur zwei Dimensionen der Striche gewählt: ein längerer, der Strich, ein kurzer, der Punkt, und werden die Buchstaben des Alphabets, die Ziffern und die Interpunktionszeichen nur aus Combinationen dieser zwei Zeichen zusammengesetzt.

§. 96. Morseschriftzeichen.

Das Morse-Alphabet, die Ziffern, Interpunktionszeichen und Dienstzeichen zeigt die nachstehende Tabelle:

Buchstaben:



Zahlen:

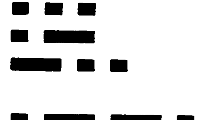
	ausgeschrieben:	abgekürzt:
1	· — — — —	· —
2	· · — — —	· · —
3	· · · — —	· · · —
4	· · · · —	· · · · —
5	· · · · ·	· · · · ·
6	— · · · ·	— · · · ·
7	— — · · ·	— · · ·
8	— — — · ·	— · ·
9	— — — — ·	— ·
0	— — — — —	—
Bruchstrich	— — — — — —	

Interpunktionszeichen u. s. w.:

Punkt	[.]	· · · · · ·
Semikolon (Strichpunkt)	[;]	— · — · — ·
Komma (Beistrich)	[,]	· — · — · —
Kolon (Doppelpunkt)	[:]	— — — · · ·
Fragezeichen	[?]	· · — — · ·
Ausrufungszeichen	[!]	— — · · — —
Apostroph	[']	· — — — — ·
Alinea (Absatzzeichen)		· — · — · ·
Bindestrich	[-]	— · · · · —
Parenthese, Klammern (vor und nach den einzuschließenden Worten)	[()]	— · — — · —
Anführungszeichen, Gänsefüßchen (vor und nach den durch solche zu markierenden Worten)	[„"]	· — · · — ·
Unterstreichungszeichen (vor und hinter die zu unterstreichenden Worte und Satztheile zu setzen)		· · — — · —

Dienstzeichen:

Bahnbetriebstelegramm	— · · ·
Staatstelegramm	· · ·
Diensttelegramm	· —
Dringendes Privattelegramm	— · ·
Nicht dringendes Privattelegramm	· — — ·



Taxierte Dienstnotiz	··· —
Telegramm mit bezahlter Antwort	·—· ·——·
Telegramm mit bezahlter dringender Antwort	·—· ·——· —··
Telegramm mit Collationierung	— —·—·
Telegramm mit Empfangsanzeige	—·—· ·—·
Empfangsanzeige	—·—· ·—·
Nachzusendendes Telegramm	··—· ···
Post bezahlt	·——· ·——·
Post recommandiert	·——· ·—·
Eilbote bezahlt	—··— ·——·
Estafette bezahlt	· ·——·
Offen zuzustellendes Telegramm	·—· ———
Zu eigenen Handen zuzustellendes Telegramm	—— ·——·
Anruf (jeder Beförderung vorangehend)	—·—·—
Zeichen zur Trennung des Einganges von der Adresse, der Adresse vom Texte und des Textes von der Unterschrift	—···—
Circularaufruf	···— ···— ···—
Verstanden	···—·
Irrung	·········
Schluss der Beförderung	·—·—·
Aufforderung zum Geben	—·—
Warten	·—···
Dringend	—·· —·· —··
Quittung (beendigte Aufnahme)	·—··—··—·
Nummer	—· ·—·
Worte	·——
Vormittag	···— oder ——
Nachmittag	—· oder ···
Phrasen	··—· ·—·
Betriebstelegramm im Orientverkehr	—···———

Für die Länge gilt als Einheit, dass ein Strich gleich drei Punkten, der Zwischenraum zwischen Strich und Strich, Strich und Punkt, Punkt und Punkt eines Zeichens, gleich einem Punkte, der Zwischenraum zwischen zwei Buchstaben gleich drei Punkten, der Zwischenraum zwischen zwei Worten gleich fünf Punkten genommen wird.

F. Der Stromlauf und die Apparatverbindungen.

§. 97. Unterschied des Stromlaufes einer Arbeits- und einer Ruhestromlinie.

Damit zwischen zwei Stationen telegraphiert werden kann, muss die leitende Verbindung zwischen denselben und den zugehörigen Apparaten hergestellt sein. In der Art und Weise der Verbindung der Apparate wird jedoch, je nachdem das System des Arbeits- oder Ruhestromes (§. 67) gewählt wurde, ein Unterschied sein.

Eine Vergleichung des Stromlaufes zweier Telegraphenlinien, die eine mit Arbeitsstrom, die andere mit Ruhestrom betrieben, wird den Unterschied klarstellen.

Stellt A (Fig. 121) die eine Station, B die mit dieser Station durch die Telegraphenleitung L verbundene zweite Station dar, so sieht man, dass, wiewohl die Leitung vollkommen geschlossen ist, doch kein Strom in selber circulieren kann, weil die Contacte bei O und O_1 unterbrochen sind und somit die leitende Verbindung mit den Batterien aufgehoben ist. Wird jedoch der Taster M in A niedergedrückt, so wird der Contact bei O geschlossen und die Batterie eingeschaltet. Der Strom findet seinen Weg vom Kupferpole der Batterie über $O\ M\ L\ M_1\ t_1$, durch das Relais R_1, in die Erde E_1, durch dieselbe nach E zum Zinkpole der Batterie zurück. Der Strom wird in dem Elektromagnete des Relais R_1 zur Wirkung gelangen, und dasselbe durch den Schluss der Localkette (hier ist der Localschluss nicht gezeichnet) auf dem Schreibapparate die Zeichen hervorbringen. Die zweite Batterie in B gelangt hierbei nicht zur Wirksamkeit.

Will B mit A sprechen, so wird durch Niederdrücken des Tasters die Batterie in B eingeschaltet, und der von ihr entsendete Strom auf das Relais in A einwirken, wobei die Batterie in A ebenfalls nicht zur Wirkung gelangt.

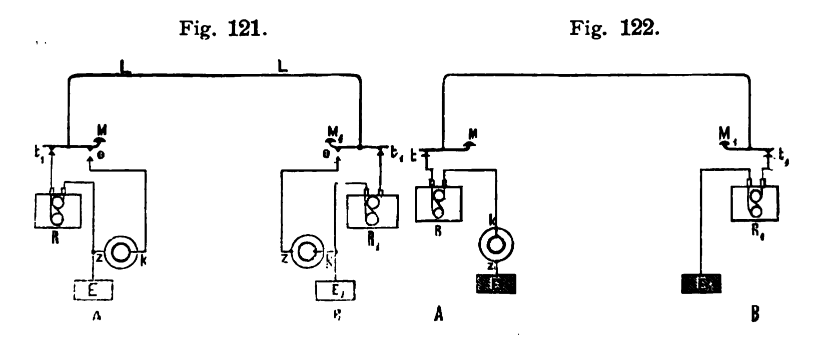


Fig. 121. Fig. 122.

Bei der Ruhestromschaltung (Fig. 122) ist nur in A eine Batterie eingeschaltet und der Stromkreis normal geschlossen, so dass die Anker der beiden Relais in A und B stets von den Elektromagneten angezogen bleiben. Die Zeichen werden in A und B durch Niederdrücken des Tasters hervorgerufen, wodurch der Contact bei t, beziehungsweise t_1 geöffnet, der Strom somit unterbrochen wird.

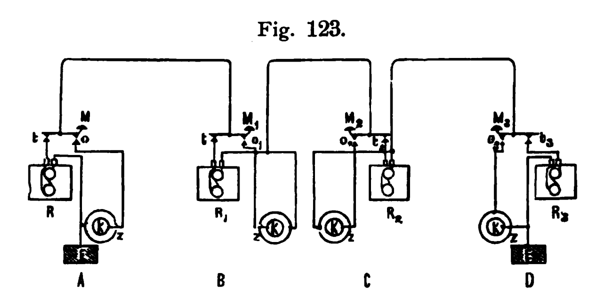
§. 98. End- und Mittelstationen.

Es ist einleuchtend, dass in jede Telegraphenleitung mehrere Telegraphenstationen eingeschaltet werden können, wenn die Stromquelle hinreichend stark ist, um in den Elektromagneten der einzelnen Apparate den erforderlichen Magnetismus hervorzurufen. In diesem Falle werden sämmtliche eingeschaltete Stationen die telegraphischen Zeichen gleichzeitig erhalten. Somit kann eine und dieselbe Nachricht von der telegraphierenden Station mit einer einzigen Manipulation an mehrere, in dieselbe Leitung eingeschaltete Stationen befördert werden.

Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten der zwischenliegenden Stationen, Zwischen- oder Mittelsta-

tionen genannt, muss, da in diesen die Leitung nicht direct von den Apparaten zur Erde geht, eine etwas abweichende

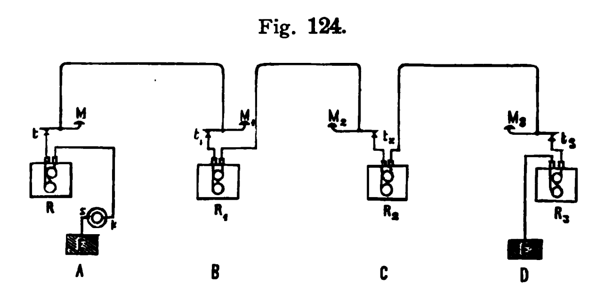
Fig. 123.



von den beiden, den Abschluss der Telegraphenleitung bildenden Endstationen sein.

Die Art und Weise der Verbindungen dieser Zwischenstationen ist aus Fig. 123 für Arbeitsstrom und Fig. 124 für Ruhestrom, bei Verfolgung des Stromlaufes von dem Kupferpole der Batterie durch die Leitung, Apparate und Erde zum Zinkpole zurück, sofort verständlich.*)

Fig. 124.



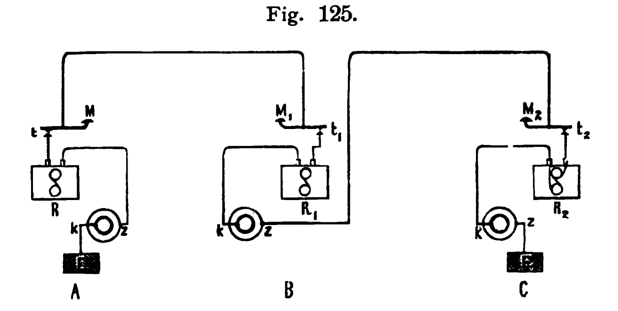
Bei der Ruhestromschaltung ist für sämmtliche Telegraphenstationen nur eine Batterie erforderlich, es bleibt sich

*) Es kann dem Anfänger nicht genug empfohlen werden. bei dem Studium der Einschaltungen stets den Stromlauf von dem einen Pole der Batterie aus zu verfolgen. Sieht er, dass der Weg zum zweiten Pole der Batterie nicht gefunden werden kann, so ist dies ein Zeichen, dass die Einschaltung eine falsche ist.

aber für die Wirkung vollkommen gleich, ob die ganze Anzahl der verwendeten Elemente in einer Station allein untergebracht wird, oder ob dieselben, wie sich dies aus mancherlei Gründen empfiehlt, auf mehrere oder sämmtliche Stationen vertheilt werden.

Das Stromlaufschema (Fig. 125) zeigt eine derartige Vertheilung der Batterien auf die einzelnen Stationen, und ist die Gesammtsumme der in den einzelnen Stationen vertheilten Elemente so groß, als die Batterie Elemente enthalten müsste, wenn selbe nur in einer Station aufgestellt wäre. In welcher

Fig. 125.



Station diese Batterie aufgestellt ist, ob am Anfange, am Ende oder in der Mitte der Leitungskette, bleibt vollkommen gleichgiltig.

§. 99. Vergleich zwischen Arbeitsstrom und Ruhestrom.

Da bei Arbeitsstrom in jeder Station eine Batterie von solcher Stärke aufgestellt werden muss, um sämmtliche Apparate der in die Leitung eingeschalteten Stationen zum Ansprechen zu bringen, so wird sich die Anzahl der erforderlichen Batterien so oftmal multiplicieren, als Stationen in die Leitung eingeschaltet sind. Die Stromstärke dieser Batterien wird, wenn auch in den einzelnen Stationen dieselbe Anzahl von Elementen aufgestellt wird, doch nicht stets die gleiche sein. Dieselbe hängt nämlich nicht allein von der Anzahl der Elemente, sondern auch von der mehr oder minder sorgfältigen Instand-

haltung der Batterien, von der größeren oder geringeren Abnützung der Elektroden, von den Temperaturverhältnissen etc. ab. Diese verschiedenen Stromstärken bedingen nun, dass die Apparate, je nachdem die eine oder die andere Station correspondiert, entsprechend reguliert werden müssen, was vielfache Schwierigkeiten herbeiführt.

Bei Ruhestrom ist dieser Übelstand durch die stets gleiche Stromstärke vermieden, auch ist die Anzahl der erforderlichen Elemente, beziehungsweise Batterien, im Verhältnis zum Arbeitsstrom eine sehr geringe, da, wenn z. B. in einer Leitung mit zehn Zwischenstationen 40 Elemente für den Ruhestrom erforderlich wären, bei Arbeitsstrombetrieb für dieselbe Leitung die zehnfache Anzahl, das heißt Elemente, 400 verwendet werden müssten.

Doch sind die Ruhestromleitungen für Nebenschlüsse (Stromverzweigungen §. 38) sehr empfindlich, und ist, da dieselben selbst bei den besten Leitungen, insbesondere bei nassem Wetter nicht vermieden werden können, für die Länge der Leitungen hierdurch eine Grenze gegeben, während bei Arbeitsstromleitungen diese Grenze, ohne Störung des Betriebes, um das Drei- und Vierfache überschritten werden kann.

Es wird sich daher empfehlen, den Ruhestrombetrieb für kurze Leitungen mit vielen Zwischenstationen, sogenannte Omnibuslinien, den Arbeitsstrombetrieb für lange Leitungen mit wenig Zwischenstationen, sogenannten durchlaufenden oder directen Linien, einzuführen.

Bezüglich der Betriebskosten selbst ist dem Arbeitsstrome, da die Batterien nur während der Arbeit des Telegraphierens Material consumieren, und für dieselben auch inconstante, wenig consumierende Elemente verwendet werden können, gegenüber dem Ruhestrome, welcher die Verwendung constanter Elemente bedingt, der Vorzug einzuräumen.

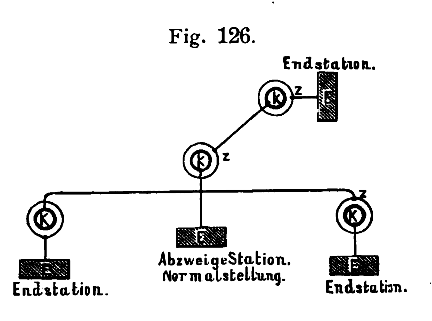
Doch können die Betriebskosten, bei der hohen Wichtigkeit des Telegraphen, weder für das eine noch das andere System ausschlaggebend und für die Wahl der Methode nur der Zweck maßgebend sein.

Für den Eisenbahnbetrieb, wo der Fall zutrifft, dass viele nahe aneinander gelegene Stationen in eine Linie eingeschaltet werden müssen, und wo der Länge der Leitungen schon dadurch eine Grenze gegeben ist, dass bei der starken Inanspruchnahme des Telegraphen durch die Betriebscorrespondenz die Anzahl der in einer Linie einzuschaltenden Stationen nur eine beschränkte sein kann, wurde fast allgemein der Ruhestrom acceptiert. Die Zunahme des Verkehres hat jedoch insoferne eine Änderung geschaffen, als nunmehr die wichtigeren, naturgemäß voneinander weiter entfernten Stationen außerdem noch durch gesonderte Telegraphenleitungen verbunden werden, für welche, da hier die für Arbeitsstrom günstigeren Bedingungen vorliegen, vielfach der Arbeitsstrom angewendet wird.

§. 100. Übertragungsstationen.

Wenn in einer Endstation zwei Telegraphenlinien zusammenstoßen, deren eine sozusagen die Fortsetzung der anderen Telegraphenlinie bildet, so wird sehr häufig, und speciell im Eisenbahndienste, bei welchem der Inhalt mancher Depesche für sämmtliche Stationen von Wichtigkeit ist, die Übertragung dieser Depeschen von der einen Linie auf die andere Linie nothwendig werden. Da man aus Zweckmäßigkeitsgründen die einzelnen Telegraphenlinien meist viel kürzer macht, als dies für die Sicherung der Correspondenz nothwendig wäre,

Fig. 126.



so kann diese Übertragung in den meisten Fällen dadurch erfolgen, dass man diese beiden Linien durch einfache Umsteckung der Stifte direct miteinander verbindet. Eine solche Station, welche für jede der beiden Linien ein separates Apparatsystem haben muss und in welcher der Manipulant die

Verbindung der beiden getrennten Leitungen herstellt, heißt man **Übertragungsstation.**

Läuft jedoch die eine Telegraphenlinie durch die Station durch, so dass selbe für diese Leitung als Mittelstation zu betrachten ist, und zweigt von dieser Station eine zweite oder auch mehrere Telegraphenlinien ab, für welche diese Station als Endstation anzusehen kommt, so nennt man eine solche Station **Abzweigestation.** Auch hier wird die Übertragung von Depeschen von der einen oder anderen Linie auf die Zweiglinie stattfinden können, doch ist diese Übertragung nur einseitig, und zwar von demjenigen Theile der Linie möglich, in deren Ausgangsstation der gleiche Batteriepol zur Erde geht, wie in der Abzweigestation für die Zweigleitung. Es würden sich sonst, wie dies die schematische Darstellung (Fig. 126 und 127) zeigt, die Batterien entgegenwirken und die Linie stromlos oder der Strom doch so geschwächt werden, dass eine Correspondenz unmöglich ist.

Fig. 127.

§. 101. Translationsstationen.

Sind die beiden, in einer Station zusammenstoßenden Telegraphenleitungen bereits so lang, dass bei einer directen Verbindung der Telegraphenbetrieb nicht vollständig gesichert ist, so bedient man sich zur Vermittlung der Correspondenz zwischen der einen Linie und der anderen Linie gewisser Vorrichtungen, welche die Zeichen automatisch übertragen. Dieselben unterbrechen bei Ruhestrom die zweite Leitung, wenn die eine Leitung unterbrochen wird, und bewirken bei Schluss des Stromkreises in der ersten Leitung das Gleiche in der zweiten Leitung. Bei Arbeitsstrom ist es umgekehrt, indem bei Stromschluss in der einen Linie gleichzeitig durch

den Übertragungsapparat Stromschluss für die zweite Linie hergestellt wird.

Diese Vorrichtungen werden Übertragungsvorrichtungen oder Translationen genannt. Die Telegraphenstationen, in welchen derartige Vorrichtungen untergebracht sind, heißen Translationsstationen.

§. 102. Apparatverbindungen.

Die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Apparate und sonstigen Vorrichtungen, sowie die Batterien mit den Leitungen und untereinander verbunden werden können, ist keine gesetzmäßige. Doch ist es als selbstverständlich anzunehmen, dass die Blitzschutzvorrichtungen vor allem mit den Linien verbunden werden und von diesen erst die Drähte zu den Apparaten abgehen. Ferners wird als Regel angenommen, dass die Linienbatterie, wenn eine solche überhaupt vorhanden ist, zur leichteren Untersuchung der eigenen Apparate bei Eintritt von Störungen erst hinter dem Linienwechsel eingeschaltet wird.

Da die Arbeitsstromschaltungen für den Eisenbahntelegraphen nur wenig in Betracht kommen, wird nur eine der vielen möglichen Schaltungsmethoden (Fig. 128), und zwar sowohl für Mittel- als Endstationen, zur Darstellung gebracht.

Zum leichteren Verständnisse der in Fig. 128 und 129 (Fig. 129 siehe Tafel am Ende des Werkes) dargestellten Schaltungen wurde für selbe eine einheitliche Bezeichnung der Apparate gewählt. Da Kreuzungen der einzelnen, die Drahtverbindungen darstellenden Striche in der Zeichnung nicht vermieden werden können, sind jene Stellen, an welchen zwei Drähte metallisch, das heißt leitend miteinander verbunden sind, durch einen starken Punkt besonders gekennzeichnet. Ebenso sind bei den Umschaltern die verschiedenen Stiftsteckungen ebenfalls durch Ausfüllung der sonst leer gelassenen Stellen hervorgehoben.

Die gewählten Bezeichnungen sind: *P* für die Blitz-



schutzvorrichtung, *W* für den Linienwechsel oder Umschalter, *G* für das Galvanoscop, *T* für den Taster, *R* für das Relais, *S*

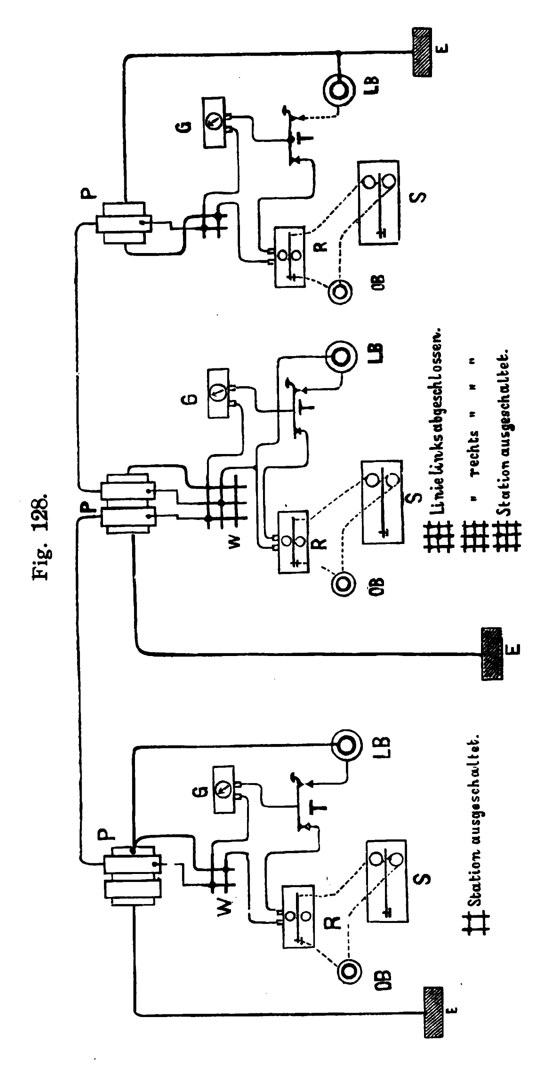
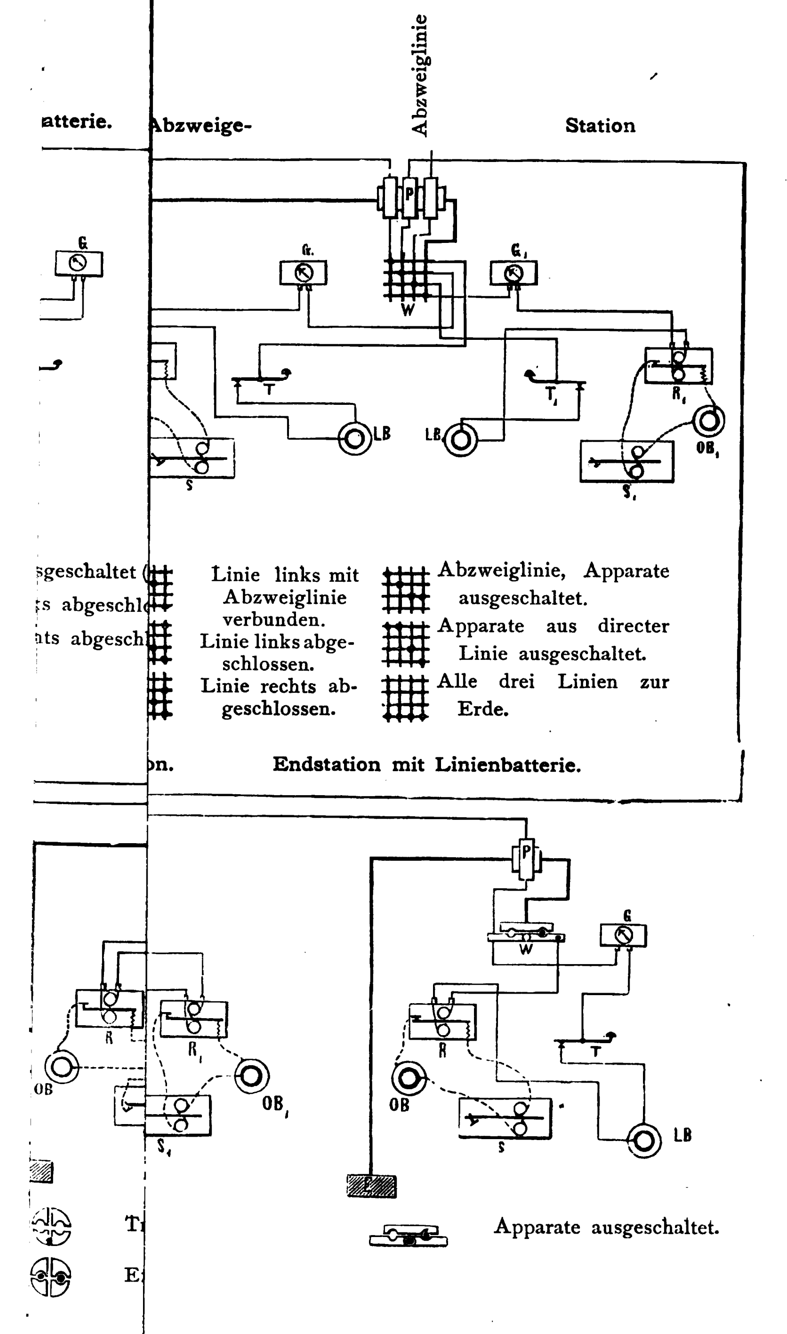


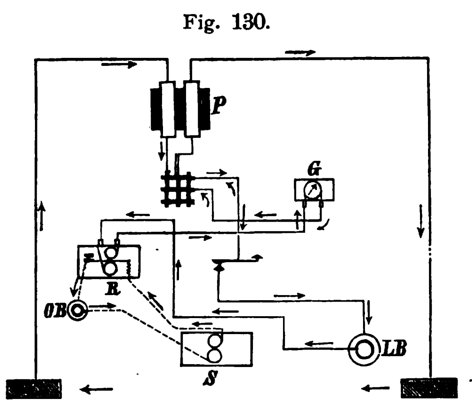
Fig. 128.

für den Schreibapparat, *LB* für die Linienbatterie, *OB* für die Local- oder Ortsbatterie und *E* für Erdverbindung.


atterie.
Abzweige-
Abzweiglinie
Station
G
G.
G,
P
W
T
T,
LB
LB
R,
OB,
S
S,
sgeschaltet
ts abgeschl
hts abgesch
Linie links mit Abzweiglinie verbunden.
Linie links abgeschlossen.
Linie rechts abgeschlossen.
Abzweiglinie, Apparate ausgeschaltet.
Apparate aus directer Linie ausgeschaltet.
Alle drei Linien zur Erde.
on.
Endstation mit Linienbatterie.
P
W
G
R
R,
OB
OB,
S,
R
T
OB
S
LB
Tr
E
Apparate ausgeschaltet.

Die Verbindungen der Localkette sind zur besseren Orientierung durch gestrichelte Linien, die Erdverbindungen durch stärkere Striche dargestellt. In Fig. 129 (Tafel I.) ist eine größere Anzahl von Ruhestromschaltungen zur Ansicht gebracht und wurden dieselben als in eine Telegraphenleitung eingeschaltet dargestellt. Ein genaues Verfolgen der Drahtverbindungen, wobei es sich stets empfiehlt, vom Kupferpole der Batterie auszugehen, wird mehr zum Verständnisse der Apparatverbindungen beitragen, als das Studium der speciellen Beschreibung des Stromlaufschemas und wird deshalb eine solche als überflüssig weggelassen. Da die Stiftstellungen, sowie deren Zweck für jede Apparatverbindung speciell angeführt ist, so ist auch diesbezüglich ein näheres Eingehen nicht nöthig. Beim Verfolgen einer dargestellten Apparatverbindung für eine Station ist es nicht nöthig, die ganzen Leitungsverbindungen über sämmtliche andere Stationen bis zur Erde zu verfolgen, sondern man kann sich die beiden von der Blitzplatte, beziehungsweise auch dem Lamellenwechsel, in die Linie auslaufenden Drähte als direct zur Erde gehend denken (Fig. 130).

Fig. 130.



§. 103. Die Translationsschaltungen.

Der schon sub §. 101 erwähnte Zweck der Translationen, die Correspondenzen der einen Telegraphenlinie auf die andere und umgekehrt automatisch zu übertragen, bedingt jedoch besondere Vorrichtungen an einzelnen Apparaten. In den meisten Fällen ist es der Schreibapparat, welcher diese Übertragung bewerkstelligt, indem die Ankerbewegung des-

selben dazu benützt wird, entweder während der Dauer der Ankeranziehung eine Batterie in den zweiten Stromkreis einzuschalten (Arbeitsstrom) oder den Stromkreis der zweiten Linie zu unterbrechen (Ruhestrom).

Für Arbeitsstrom lässt sich diese Aufgabe einfach lösen, indem man durch Anbringung eines Contactes, welcher durch den Ankerhebel bei dessen Anziehung geschlossen wird, die Einschaltung der Batterie leicht bewerkstelligen kann. Anders ist es bei Ruhestrom, wo die Unterbrechung der einen Linie

Fig. 131.

auf die andere Linie rückwirkt und auch deren Stromkreis unterbricht.

Um sich dies vorzustellen, denke man sich (Fig. 131)*) zwei Linien mit je einem gesonderten Apparatsysteme in eine Station einmündend und an jedem Schreibapparate einen isolierten Contact O_1 O_2 angebracht und die Linien so geführt, dass der Strom der ersten Linie durch den Contact des Schreibapparates der zweiten Linie und der Strom der zweiten Linie durch den Contact des Schreibapparates der

*) Fig. 131 zeigt absichtlich eine falsche Schaltung, um die Unmöglichkeit der Translationsverbindung auf diesem Wege klarzulegen.

ersten Linie hindurchgeht. Die beiden Stromkreise sind in der Ruhelage geschlossen. Die Anker der Schreibapparate sind, da die Localkette nicht geschlossen ist, von den Elektromagneten abgerissen. Wird nun beispielsweise auf der Linie *I* der Strom durch Tasterdrücken unterbrochen, so wird der Relaisanker des zugehörigen Apparatsystems *I* abgerissen, schließt die Localkette und bewirkt hierdurch die Anziehung des Ankerhebels am Schreibapparate. Durch diese Anziehung wird der Contact O_1 für die zweite Linie aufgehoben und somit der Strom in der zweiten Linie unterbrochen. Diese Unterbrechung der zweiten Linie bewirkt aber durch Schluss der Localkette die Anziehung des Ankerhebels des zweiten Schreibapparates und hierdurch Unterbrechung der ersten Linie durch Aufheben des Contactes bei O_2. Es werden also beide Linien unterbrochen und selbst wenn der Taster wieder in die normale Lage zurückkehrt, unterbrochen bleiben.

Eine Correspondenz wäre daher absolut unmöglich. Um eine automatische Übertragung möglich zu machen, muss diese rückwirkende Unterbrechung der einen auf die andere Linie beseitigt werden.

Dies kann dadurch bewirkt werden, dass man an jedem Schreibapparate noch einen zweiten Contact anbringt, durch welchen der Localstrom der zweiten Linie hindurchgehen muss. Hierdurch wird auch dieser Localstromkreis unterbrochen, wenn eine Anziehung des Ankerhebels erfolgt. Nun wird durch den Schreibapparat der ersten Linie zu gleicher Zeit die zweite Linie unterbrochen und ein Schließen des zweiten Localstromkreises unmöglich gemacht, der zweite Schreibapparat kann nicht zum Ansprechen gelangen und somit auch nicht die zweite Linie unterbrechen.

In Fig. 132 und 133 ist ein derartiger Schreibapparat dargestellt. Auf der Grundplatte *A* sind zwei kleine Ständer a a_1, von derselben durch Elfenbein isoliert, aufgeschraubt. Der vordere dieser Ständer trägt eine Stahlschraube *c* mit Platincontact. In dem hinteren Ständer ist eine U-förmig gebogene Metallfeder *f* in einem Schlitze eingeklemmt und

mittels einer Schraube festgehalten. Diese Feder reicht bis zum Ständer *a* und trägt gegenüber der Contactschraube dieses Ständers ebenfalls einen Platincontact, welcher sich federnd an dieselbe anlegt.

Der mit der Klemme 6 verbundene Limitierungsständer *r* ist auf die Grundplatte *A* ebenfalls isoliert aufgesetzt und ist

Fig. 132.

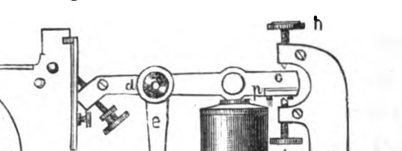
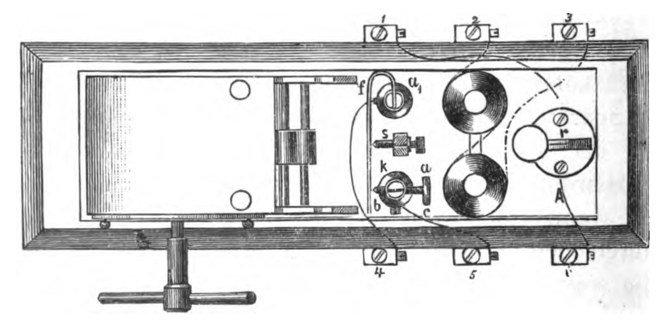


Fig. 133.



dessen obere Limitierungsschraube *h* mit einem Platincontact versehen.

Der Schreibhebel trägt an seinem unteren Arme *e* eine Stellschraube *S* mit isolierter Spitze, welche den metallischen Contact des Hebels mit der Feder *f* hindert. Die Abreißfeder, welche sonst die leitende Verbindung zwischen dem Ankerhebel und dem Ständer *r* vermitteln würde, wird isoliert an demselben befestigt.

Durch Einsetzen eines Elfenbeinplättchens *p* an dem Untertheile des rückwärtigen Armes *c* des Schreibhebels wird in der Arbeitslage die direct metallische Verbindung des Schreibhebels mit dem Ständer *r* hintangehalten, während ein an der Oberseite der Limitierungsschraube *h* gegenüber angebrachter Platincontact diese Verbindung in der Ruhelage herstellt.

Die Grundplatte des Apparates ist nun mit der Klemme 1, die Elektromagnetwindungen mit den Klemmen 2 und 3, der Ständer a_1 mit der Klemme 4, der Ständer *a* mit der Klemme 5 und endlich der Ständer *r* mit der Klemme 6 verbunden, und gehen von diesen Klemmen die Drähte, wie folgt:

Von 1 und 6 zur Localbatterie des zweiten Systems, von 2 und 3 zur eigenen Localbatterie, von der Klemme 4 zur Luftleitung des zweiten Systems, von Klemme 5 zur Erde.

Wie zu sehen ist, wird bei Anziehung des Schreibhebels sowohl die Verbindung mit dem Localschlusse als auch der Luftleitung des zweiten Systems unterbrochen, beim Abreißen desselben dagegen wieder hergestellt. Doch erfolgt diese Unterbrechung nicht gleichzeitig, da infolge der federnden Wirkung der Linienschluss einen Moment später als der Localschluss unterbrochen wird. Es wird damit eine gleichzeitige Unterbrechung beider Leitungen hintangehalten und hierdurch eine Unterbrechung der zweiten Linie vermieden.

Die schematische Darstellung der Einschaltung einer completen Translationsstation (Fig. 129, Tafel) lässt an der Hand des Vorstehenden die Translationswirkung verständlich erscheinen.

Wird die Linie links durch Tasterdrücken unterbrochen, so lässt das Relais dieser Linie los, schließt den Localstrom, welcher die Anziehung des Hebels des Schreibapparates herbeiführt. Der Anker verlässt den oberen Contact und unterbricht hierdurch die Localkette des zweiten Stromkreises, wodurch ein Ansprechen desselben gehindert wird. Der Ankerhebel drückt aber auch beinahe gleichzeitig mit seinem Arme *e* die Feder *f* von dem Contacte *k* weg, wodurch der Linienstrom

der zweiten Linie unterbrochen wird. Da nun der Schreibhebel den Bewegungen des Relaisankers folgen muss, wirkt derselbe, außerdem, dass er die einlangenden Zeichen fixiert, als Taster, welcher die Zeichen auf die zweite Linie automatisch überträgt.

Ganz in derselben Weise werden die von der zweiten Linie einlangenden telegraphischen Zeichen auf die erste Linie übertragen, und ist hierdurch ein anstandsloser telegraphischer Verkehr zweier, nicht in ein und derselben Telegraphenleitung gelegenen Stationen ermöglicht.

§. 104. Halbtranslationen.

Insbesondere im Eisenbahndienste tritt der Fall häufig ein, dass manche ganz bestimmte Nachrichten, beispielsweise das Uhrzeichen, von einer Centralstelle möglichst rasch und gleichzeitig an alle Stationen des ganzen Bahnnetzes befördert werden sollen, dass aber für eine gegenseitige directe Correspondenz kein Bedürfnis vorliegt. In diesen Fällen bedient man sich der Halbtranslationen, welche wohl die Correspondenzübertragung nach einer Richtung, nicht aber auch in entgegengesetzter Richtung gestatten. Durch diese Halbtranslationen ist man in der Lage, eine Mittheilung gleichzeitig auf eine unbeschränkte Anzahl von Zweiglinien zu übertragen.

Die Einrichtung ist eine äußerst einfache, indem man den Strom der Zweiglinie durch den Morseapparat der correspondierenden Linie hindurchleitet und denselben durch die Bewegung des Ankerhebels unterbrechen und schließen lässt. Eine rückwirkende Unterbrechung ist aus dem Grunde ausgeschlossen, weil die correspondierende Linie nicht durch den Schreibapparat der Zweiglinie hindurchgeht, somit durch die Bewegung desselben nicht beeinflusst wird.

Die Einrichtung des die Halbtranslation vermittelnden Schreibapparates lässt sich vorstellen, wenn man sich von dem Translations-Schreibapparat (Fig. 132 und 133) die beiden Ständer $a\, a_1$ sammt der Feder f und den zugehörigen beiden Klemmen weg denkt. Die abzweigende Telegraphenlinie wird durch den oberen Contact h geführt und somit der Stromkreis

in dieser Linie durch Bewegung des Schreibhebels abwechselnd unterbrochen und hergestellt.

Ein einfacher Kurbel- oder Stöpselumschalter, welch letzterer auch direct an dem Schreibapparate befestigt werden kann, gestattet nach Bedarf die Einschaltung dieser Zweiglinie in die Erde oder auf Translation (Fig. 129, Tafel I.).

G. Behandlung der Apparate und Batterien.

§. 105. Allgemeines.

Ein ungestörter Telegraphenbetrieb kann nur dann aufrechterhalten werden, wenn allen Theilen der Einrichtung eine sorgsame und aufmerksame Behandlung zutheil und jede Fehlerquelle schon im Entstehen zu beseitigen getrachtet wird. Hierbei sind es insbesondere die Batterien und die immerhin zarten Telegraphenapparate, welche einer besonderen Überwachung bedürfen.

Pflicht jedes beim Telegraphen bediensteten Beamten ist es nun, für die Aufrechthaltung der Correspondenz und der Signalisierung nach besten Kräften mitzuwirken, zu welchem Ende von demselben auch die nöthige Kenntnis und das nöthige Verständnis der Einrichtungen vorausgesetzt werden muss. Es obliegt demselben daher nicht allein die rein manuelle Arbeit des Telegraphierens und Signalisierens. Derselbe hat auch für eine stets gute Instandhaltung der Batterien und sachgemäße Behandlung der Apparate vorzusorgen, und durch fortgesetzte aufmerksame Überwachung der ihm anvertrauten Einrichtungen durch fortwährende Beseitigung der zahlreichen kleinen Fehlerquellen jeder Betriebsstörung nach Möglichkeit vorzubeugen.

Den Batterien, welche nicht mit Unrecht als die Seele des Telegraphen- und Signalbetriebes bezeichnet werden, muss eine stete Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dieselben sind, ebenso wie die Batteriegestelle, an der Außenseite stets rein und trocken zu erhalten und ist jede Auswucherung von Salzkrystallen an denselben sofort zu beseitigen, weil solche leicht

störende Nebenschlüsse hervorrufen und außerdem die Dauer und Wirksamkeit der Elemente beeinträchtigen.

Die Batterien müssen immer mit der entsprechenden Menge Flüssigkeit gefüllt sein, weshalb der durch Verdunsten entstehende Abgang an Wasser auch jeweilig zu ergänzen ist.

Hierbei ist jedoch ein Überfüllen der Gläser zu vermeiden, und besonders bei jenen constanten Elementen, bei welchen die Verbindung des Zinkpoles des einen Elementes mit dem Kupferpole des nächsten Elementes durch directes Zusammennieten erfolgt, darauf zu achten, dass die Nietstelle selbst nicht vom Wasser bedeckt sei.

Ein zu geringer Wasservorrath kann durch die Vergrößerung des Widerstandes der Batterien zu Stromschwächungen führen und selbst die Wirksamkeit derselben in Frage stellen. Die Salzlösung, welche durch Auflösung der einen Elektrode entsteht, kann so concentriert werden, dass die Flüssigkeit keine weiteren Mengen des Salzes mehr aufzunehmen vermag, wodurch das weitere Vorschreiten des chemischen Processes und somit auch die Stromentwickelung gehindert wird.

Die Elemente müssen aber auch stets eine genügende Menge Verbrauchsmaterial (Kupfervitriol, Salmiak) enthalten, weil ohne dasselbe die chemische Umsetzung nicht stattfinden kann. Es sind daher diese Materialien von Zeit zu Zeit entsprechend nachzufüllen.

Die durch längeren Gebrauch oder störende Einflüsse unwirksam gewordenen Batterien sind zu zerlegen und neu instand zu setzen. Die metallischen Elektroden sind hierbei von allen Ansätzen durch Abkratzen, Reiben mit Wasser und Bürste etc. zu befreien, und müssen wieder das ursprüngliche metallische Ansehen erlangen. Die Ansätze von Kupfer an den Kupferpolen sind abzuschlagen, und das hierbei gewonnene Kupfer sorgfältig zu sammeln und aufzubewahren. Vor dem Zusammensetzen sind sowohl die Gläser als die Batteriepole einer genauen Untersuchung zu unterziehen, zersprungene Gläser, schadhafte oder allzu sehr abgenützte Pole hierbei zu

beseitigen und durch neue zu ersetzen, sowie schlechte Verbindungen sorgfältig zu verbessern.

Beim Zusammensetzen der Batterien ist auf eine sehr sorgfältige Verbindung der einzelnen Elemente und der Batterien mit den Leitungsdrähten besonderes Gewicht zu legen. Die Verbindungsdrähte und die Löcher der Klemmen sind gehörig zu reinigen und ist durch festes Anziehen der Schrauben der vollkommene Anschluss herzustellen. Doch ist darauf zu sehen, dass die Verbindungsdrähte, nicht wie dies sehr häufig vorkommt, durch allzufestes Anziehen der Klemmschrauben abgedreht werden. Die einzelnen Drähte sind demnach auch diesbezüglich zu untersuchen.

Die Apparate selbst müssen äußerst rein gehalten werden, und sind täglich mindestens einmal von allem Staub und Schmutz zu befreien, wobei man sich einer feinen Bürste, einer feinen Leinwand oder eines weichen Leders bedient. Schmutzflecke dürfen von den Apparaten nie durch Abkratzen zu beseitigen gesucht werden, weil der Lacküberzug der Messingbestandtheile hierunter leidet; man hat dieselben daher mit einem feuchten Leinenlappen zu entfernen.

Die Verbindung der Apparate mit den Drähten muss eine sehr gute sein, und hat man sich daher öfter davon zu überzeugen, ob die Klemmschrauben entsprechend fest angezogen und die Drähte in gutem Zustande sind.

Auf den Apparattischen dürfen keine metallischen Gegenstände liegen, weil dieselben durch Verbindung der Klemmschrauben leicht kürzere Wege für den Strom bieten, und hierdurch einen oder den anderen Apparat aus der Linie ausschalten können. Auch dürfen die Tische nicht mit Büchern, Drucksorten etc. belegt werden, da dieselben die freie Übersicht über die Apparate hemmen. Die zur Ausübung des Dienstes unmittelbar erforderlichen Utensilien dürfen nur an den hierzu bestimmten Stellen untergebracht werden. Ebensowenig darf am Apparattisch mit Streusand manipuliert werden, indem Streusandkörner leicht Unterbrechungen in den Contactstellen hervorrufen und auch, wenn sie in den Schreibapparat

oder Bureauglockenapparat etc. gelangen, eine Beschädigung des Laufwerkes herbeiführen können.

§. 106. Behandlung des Daniell-Elementes.

Werden die Elemente (§. 72) das erstemal angesetzt, so wird in die Thonzelle vorerst der Kupferpol eingestellt und derselbe hierauf mit Kupfervitriolkrystallen von Haselnuss- bis Nussgröße angefüllt.

Die Thonzelle wird hierauf in das äußere Glasgefäß eingesetzt, der Zinkcylinder eingestellt und beide Gefäße mit Wasser angefüllt. Hierbei ist jedoch darauf zu sehen, dass das Wasser nicht bis an den Rand des Glases reicht. Um die Flüssigkeit leitender zu machen und das Element rascher in Wirksamkeit zu bringen, ist es gut, wenn man lauwarmes Wasser, welches schwach mit Schwefelsäure angesäuert, oder auch mit etwas Bittersalz oder Zinkvitriol versetzt ist, verwendet.

In vielen Fällen zieht man, wie es auch zweckmäßiger ist, vor, die Thonzelle mit vollständig gesättigter Kupfervitriollösung anzufüllen, doch müssen in diesem Falle, um das Element auf stets gleicher Wirkungshöhe zu erhalten, von Zeit zu Zeit Kupfervitriolkrystalle nachgegeben werden. Für diese Zwecke ist auch am Kupferstreifen (Fig. 66) das kleine siebartige Gefäß *D* angebracht.

Beim Reinigen der Elemente ist, nachdem die Verbindung der Elemente untereinander und mit den Apparaten gelöst ist, vorerst ein Theil der Zinkvitriollösung vorsichtig abzugießen, damit dasselbe beim Füllen wieder benützt werden kann. Hierauf werden die einzelnen Bestandtheile des Elementes herausgenommen, das äußere Glas sorgfältig gewaschen und getrocknet, die Thonzellen mittelst einer steifen Bürste gereinigt, und durch längere Zeit im warmen Wasser ausgelaugt und sodann getrocknet. Die Zinkcylinder werden ebenfalls sorgfältig gereinigt und von allen Ansätzen befreit. Das am Kupferpol niedergeschlagene Kupfer wird abgeklopft und gesammelt.

Ist die Reinigung in vorgeschriebener Weise erfolgt, so

werden die Gläser und Thoncylinder untersucht, ob selbe nicht etwa zersprungen sind, allfällige Schäden an den Nietverbindungen der beiden Pole beseitigt und allzusehr abgenützte Zinkcylinder durch neue ersetzt. Gesprungene Batteriegläser und Thoncylinder sind ebenfalls auszuscheiden und dafür neue zu verwenden. Mit Kupferadern durchzogene Thonzellen dürfen ebenfalls nicht wieder verwendet werden, weil sonst leicht kurze Schlüsse im Elemente selbst entstehen.

Nach erfolgter Reinigung sämmtlicher Batterietheile erfolgt die Zusammensetzung der Elemente ganz in derselben Weise wie beim Neufüllen, nur wird das zum Füllen der Elemente benöthigte Wasser nicht mehr mit Schwefelsäure angesäuert, sondern dasselbe durch Zusetzen von etwa ein Fünftel Raumtheiles rückgewonnener Zinkvitriollösung leitungsfähiger gemacht.

§. 107. Behandlung des Meidinger Elementes.

Beim Neufüllen des Meidinger Elementes (§. 73) wird der Korkstöpsel mit der Glasröhre aus dem Ballon, welcher als Vorrathskammer für das Kupfervitriol anzusehen ist, herausgenommen, der Ballon mit Kupfervitriolkrystallen von Haselnuss- bis Nussgröße angefüllt und hierauf wieder mit dem Stöpsel verschlossen. Die Verwendung allzukleiner Krystalle oder gar von staubförmigem Kupfervitriol ist zu vermeiden, weil selbe leicht eine Verstopfung der engen Glasröhre des Stöpsels hervorrufen. Ist diese Füllung geschehen, so wird das Element zusammengesetzt und mit angesäuertem Wasser gefüllt, wobei jedoch stets darauf zu achten ist, dass, da ein großer Theil des Wassers durch den Ballon verdrängt wird, beim Aufsetzen desselben ein Überfließen des Wassers nicht stattfinde. Nach erfolgter Füllung des Elementes wird der Ballon so aufgesetzt, dass die von den Batteriepolen abführenden Drähte zwischen die beiden seitlichen Einkerbungen des Ballons zu liegen kommen und ein Quetschen derselben vermieden ist.

Beim Neufüllen bereits in Betrieb gewesener Elemente wird ähnlich wie bei dem Daniell-Elemente vorgegangen.

Sämmtliche Gläser werden gewaschen und getrocknet, der Kupferpol von dem angesetzten metallischen Kupfer durch leichtes Klopfen befreit, der Zinkcylinder metallisch blank gemacht. Ebenso werden die schadhaften oder abgenützten Theile beseitigt und durch neue ersetzt, und die schadhaften Verbindungen verbessert oder frisch hergestellt.

Ein besonderes Augenmerk ist bei allen Elementen der isolierenden Hülle der beiden Poldrähte zuzuwenden, und sind diese Drähte, sobald sich die Hülle an den im Inneren des Glasgefäßes befindlichen Theilen abgelöst oder abgestoßen hat, durch neue zu ersetzen.

Sind die Elemente, wie dies zuweilen vorkommt, trotzdem dass in den Glasballons noch Kupfervitriol vorhanden ist, untauglich geworden, so ist der Fehler zumeist in einem Verstopfen der Glasröhrchen der Korkstöpsel zu suchen. Man hebt daher den Ballon ab und sucht mit einem Stück Draht die Öffnung wieder frei zu machen.

§. 108. Behandlung des Callaud- und Kohlfürst-Elementes.

Bei diesen beiden Elementen (§§. 74 und 75) wird vorerst der Kupferpol in das vorher gereinigte und getrocknete Batterieglas eingesetzt, hierauf Kupfervitriol-Krystalle von Haselnuss- bis Nussgröße bis circa ein Viertel der Höhe der Glasgefäße, beziehungsweise bis zum Rande der unteren Kerbe, eingefüllt. Damit die gehörige Quantität Kupfervitriol Platz finde, ist durch fortwährendes Schütteln des Glases während des Einfüllens eine möglichst dichte Lagerung der Krystalle anzustreben. Nach erfolgtem Einstellen des Zinkpoles wird laues Wasser, welches angesäuert werden kann, so weit eingefüllt, dass es bis 2 *cm* unter die Nietstellen an dem Zinkpole reicht.

Beim Kohlfürst-Elemente, an welchem sich Nietstellen am Zinkpole nicht vorfinden, ist vor Einsetzen desselben noch die durchlöcherte Thonplatte auf den oberen Rand der Kerbe aufzulegen, und soll bei demselben das Wasser so weit reichen, dass es knapp den oberen Rand des Zinkpoles umspült.

Beim Reinigen und Neufüllen dieser Elemente ist im ganzen genommen genau derselbe Vorgang zu beobachten, doch darf, wenn zur Verbesserung der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit Zinkvitriollösung verwendet wird, dieselbe der Flüssigkeit nicht direct beigemengt werden, sondern wird erst, wenn das Element bereits gefüllt ist, auf das Wasser aufgegossen. Dieses Aufgießen hat sehr langsam und vorsichtig zu erfolgen, weil sonst die Zinkvitriollösung, statt sich gleichmäßig im Wasser zu vertheilen, infolge ihres größeren specifischen Gewichtes rasch zu Boden sinkt und dortselbst ein Zusammenbacken der Kupfervitriolkrystalle herbeiführt. Diese Krystalle, welche im trockenen Zustande wenig oder nichtleitend sind, umschließen den Kupferpol beinahe wie einen Isolator, indem sie den Zutritt von Wasser zu demselben hindern, und können hierdurch selbst die Functionsfähigkeit des Elementes in Frage stellen.

§. 109. Behandlung des Leclanché-Elementes.

Da diese Elemente (§. 76) meist complet eingerichtet geliefert werden, beschränkt sich die Arbeit des Füllens darauf, dass in das Gefäß, nachdem der Thoncylinder bereits eingesetzt ist, bis zu ein Drittel der Höhe des Glases gepulverter Salmiak und auf denselben bis auf das zweite Drittheil der Glashöhe Wasser eingeschüttet wird.

Bei den Briquette-Elementen, welche mehr Raum zur Aufnahme von Salmiak bieten, wird derselbe bis circa drei Finger Höhe über der Bodenfläche eingefüllt. Auch hier soll die Flüssigkeit nicht viel über die Hälfte des Glases reichen.

Bei Neufüllung der Leclanché-Elemente, welche außer jeweiligem Zuschusse von Salmiak nur nach je 1—$1^1/_2$ Jahren zu erfolgen braucht, wird die Wachsdecke des Thoncylinders vorsichtig abgelöst, das Gemenge von Braunstein und Kohle entfernt, dafür eine neue Mischung von Kohle und Braunstein in die Zelle gefüllt und dieselbe hierauf wieder verschlossen. Ebenso wird der Zinkstab durch einen neuen ersetzt und hierauf das Element, genau wie vorgeschrieben, wieder gefüllt.

Bei Briquette-Elementen werden sowohl der Briquettekörper als der Zinkstab durch neue ersetzt. Bei den Briquette-Elementen neuerer Form werden bloß die an den Kohlenstäben festgelegten Briquetteplatten durch neue ersetzt.*)

§. 110. Behandlung des Schreibapparates.

Für den regelmäßigen Gang der Schreibapparate ist außerdem, dass sämmtliche Theile desselben in vollkommen gutem, betriebsfähigem Zustande sein müssen, eine richtige Regulierung der einzelnen Theile ein unerlässliches Erfordernis.

Die Regulierung kann nicht ein- für allemal festgestellt, sondern muss von Fall zu Fall vorgenommen werden, indem die Wirkung des Schreibapparates nicht allein von der richtigen Zusammenstellung des Apparates selbst, sondern auch von der größeren oder geringeren Stärke des Localstromes, sowie auch von der Beschaffenheit des Papierstreifens abhängt.

Als allgemeine Anhaltspunkte für die Regulierung des Reliefschreibers gelten folgende Regeln:

1. Der Anker darf, wie überhaupt bei allen elektromagnetischen Apparaten mit Ankerbewegung und einfachen Elektromagneten, nie direct auf die Eisenkerne aufliegen, weil er sonst infolge des remanenten Magnetismus leicht daran haften bleibt. Erfahrungsgemäß ist der richtige Abstand zwischen Anker und Eisenkernen der, dass zwischen denselben ein Papierstreifen noch leicht durchgezogen werden kann;
2. die Hubhöhe des Schreibhebels darf keine zu große und keine zu geringe sein. Im ersteren Falle würde der Anker nur schwer von den Elektromagneten angezogen werden, im letzteren Falle der Schreibstift auch in der Ruhelage Eindrücke im Papierstreifen hervorrufen;
3. der Schreibstift muss genau in die Mitte der Nuth der

*) Bezüglich der Trockenelemente bedarf es behufs Behandlung keiner Anleitung, da diese Elemente, wenn einmal untauglich, entweder gar nicht oder nur durch die betreffende Fabrik regeneriert werden können.



Schreibwalze eingreifen, weil er sonst einseitig scharfe Zeichen hervorrufen würde;

4. der Schreibstift darf nicht zu tief und nicht zu seicht in die Nuth eingreifen. Im ersteren Falle zerreißt er das Papier, in letzterem Falle drücken sich die Zeichen zu wenig scharf aus;
5. der Schreibhebel muss in den Achslagern leicht beweglich sein, darf sich jedoch in der Richtung der Achse nicht seitlich verschieben lassen;
6. die Führungswalzen, zwischen welchen der Papierstreifen fortgeschoben wird, müssen ihrer ganzen Länge nach gleichmäßig aneinandergepresst werden, weil eine ungleichförmige Pressung ein schiefes Fortschieben des Papierstreifens hervorrufen würde. Die Pressung darf nicht zu fest und nicht zu locker sein, weil sonst der Papierstreifen entweder abgerissen oder gar nicht mitgenommen würde;
7. die Spiralfeder darf weder zu stark, noch zu schwach gespannt werden.

Außerdem müssen, um einen leichten Gang zu erzielen, die Achsenlager des Räderwerkes, der Papierscheibe und des Schreibhebels nach Erfordernis eingeölt werden. Das Einölen des Räderwerkes wird in der Weise bewirkt, dass man in die an der Außenseite der Gestellplatten in die zu diesem Zwecke angebrachten Schmierlöcher je einen Tropfen Öl gibt.

Auf die Räderzähne darf kein Öl kommen, weil der sich sonst an denselben festsetzende Staub den Gang des Räderwerkes nur hemmen würde. Zum Ölen der Zapfenlager darf nur feines Uhrenöl verwendet werden, welchem zweckmäßig der gleiche Theil gereinigten Petroleums beigemengt wird. Ein einmaliges Ölen im Monate ist hinreichend.

Ist das Achsenlager des Schreibhebels verschmiert, so nimmt man den Schreibhebel heraus, reinigt die Zapfen und Zapfenlöcher von allem Schmutz, ölt dieselben und setzt den Schreibhebel wieder ein. Das Aufziehen des Schreibapparates darf nicht, wie dies häufig geschieht, heftig und ruckweise

erfolgen, weil sonst die Triebfeder leicht überrissen und der Apparat untauglich wird.

Beim Regulieren eines verstellten Apparates hat man, wie folgt, zu verfahren:

Vorerst wird der Schreibstift zurückgeschraubt, hierauf durch Einstellen der unteren Limitierungsschraube die richtige Entfernung zwischen Anker und Eisenkernen hergestellt. Sodann der Schreibhebel so lange nach rechts oder links verschoben, bis der Schreibstift genau in die Mitte der Walzennuth eingreift. Ist dies erfolgt, so wird die Hubhöhe durch die obere Limitierungsschraube begrenzt und der Schreibstift so weit vorgeschraubt, dass bei Niederdrücken des Schreibhebels auf die untere Limitierungsschraube die Eindrücke in dem Papierstreifen voll und deutlich erscheinen, ohne dass jedoch ein Einreißen desselben erfolgt. Hierauf wird endlich durch Herstellung der richtigen Federspannung die Regulierung beendet.

Als Anhaltspunkt für eine richtige Regulierung der Federspannung dient das Geräusch, welches der Schreibhebel bei dem Anschlage an die beiden Limitierungsschrauben hervorbringt. Der Anschlag soll nämlich nach beiden Richtungen hin ein gleich starker sein.

Ist die Regulierung des Apparates beendet, so werden, um ein weiteres Verschieben der einzelnen verstellbaren Theile zu hindern, die Gegenmuttern, beziehungsweise Zwingschrauben fest angezogen.

Bezüglich der Behandlung der Farbschreiber gilt im allgemeinen das von den Reliefschreibern Gesagte, mit Ausnahme derjenigen Punkte, welche den Schreibstift betreffen.

Besondere Aufmerksamkeit ist bei den Farbschreibern dem Farbkasten und dem Farbrädchen zu widmen; die Farbe soll stets gleichmäßig flüssig sein und nicht schmieren, es muss daher der Farbkasten häufig gereinigt werden und ist deshalb auch stets mit Farbflüssigkeit von entsprechender Quantität und Consistenz gefüllt zu erhalten.

Das Farbrädchen und die dasselbe umgebenden Theile

müssen ebenfalls häufig gereinigt werden, und zwar hat dies beim Farbrädchen stets sofort zu erfolgen, wenn die erhaltenen Zeichen seitlich und ineinander zu verschwimmen beginnen.

§. 111. Behandlung des Relais.

Da die Stärke des Linienstromes viel häufigeren und stärkeren Schwankungen unterworfen ist, als die des Localstromes, wird eine oftmalige Regulierung des Relais erforderlich.

In der Regel reicht, wenn die Hubhöhe des Relais einmal festgestellt wurde, für die Regulierung desselben die Spiralfeder aus. Tritt jedoch remanenter Magnetismus in den Eisenkernen auf, oder bleibt infolge von Nebenschließungen, trotz Unterbrechung der Linie durch den Taster, noch ein gewisser Grad von Magnetismus in den Eisenkernen zurück, so wird das Anspannen der Spirale allein nicht mehr ausreichen (§. 62). Es ist sodann durch Aufschrauben der unteren Limitierungsschraube der Anker von den Kernen zu entfernen. Auch bei Stromschwächungen wird nicht immer das einfache Nachlassen der Regulierfeder genügen, denn dieser Feder fällt nicht allein die Aufgabe zu, den Relaishebel von den Ankerkernen abzuheben, sondern sie hat zum Schlusse der Localkette den Anker an die obere Limitierungsschraube noch so fest anzupressen, dass ein fester und verlässlicher Contact hergestellt wird. In solchen Fällen wird man daher durch Näherrücken des Ankers an die Elektromagnete, beziehungsweise durch Herabschrauben der unteren Limitierungsschraube nachzuhelfen haben. Der Anker darf jedoch aus den bereits bekannten Gründen ebensowenig direct an die Eisenkerne anliegen, wie bei dem Schreibapparate.

Die Platincontacte müssen stets metallisch blank erhalten werden und sind deshalb nach Erfordernis mit feinem Schmirgelpapier zu reinigen. Damit jedoch Schmirgelkörner, welche sich von dem Papiere ablösen, den Contact nicht ebenfalls unterbrechen, sind die Contacte nach erfolgter Behandlung mit Schmirgelpapier noch durch Durchziehen eines Streifens

gewöhnlichen Papieres von etwa zurückgebliebenen derartigen Resten zu befreien.

Die Achse des Relaishebels muss in den Achsspitzen leicht beweglich sein, und ist dieselbe daher von Zeit zu Zeit zu reinigen und entsprechend zu ölen.

§. 112. Behandlung des Tasters.

Bei dem Taster müssen alle Contacte stets rein und gut leitend erhalten werden und muss die Spannung der Feder eine solche sein, dass die vorderen (Ruhe-) Contacte in der Ruhelage auch stets gehörig geschlossen sind. Dem entsprechend sind die Contactpunkte häufig mittelst Schmirgelpapier zu reinigen und ist die Feder im Bedarfsfalle nachzuspannen.

Der Tasterhebel muss in seiner Achse leicht beweglich sein und dürfen daher die seitlichen Schrauben an der Achse nicht zu fest angezogen werden. Die Achse selbst muss rein und frei von Rost und Schmutz bleiben und ist deshalb von Zeit zu Zeit zu reinigen, darf jedoch nicht geölt werden, weil die leitende Verbindung des Tasterhebels mit den Drähten durch die Achsständer stattfindet und ein Ölen eine vollständige Isolation des Tasterhebels und hierdurch eine Unterbrechung der Linie herbeiführen könnte.

Die Hubhöhe des Tasters, welche durch die vordere Stellschraube reguliert wird, darf weder zu groß, noch zu klein sein. Eine zu große Hubhöhe wirkt beim Telegraphieren ermüdend und bewirkt eine rasche Abnützung der Contacte. Bei zu geringer Hubhöhe werden die gegebenen Zeichen undeutlich und verschwommen. Bei normaler Linie genügt eine Hubhöhe des Tasters, welche gestattet, dass beim Niederdrücken des Tasters zwischen die beiden vorderen Contacte desselben ein vierfach zusammengelegtes Blatt Schreibpapier hindurchgeschoben werden kann.

Für lange Linien, sowie bei Nebenschlüssen in der Leitung ist die Hubhöhe des Tasters entsprechend zu vergrößern, damit den Relais der Stationen entsprechend Zeit gegeben wird, der Tasterbewegung nachzufolgen.

Die Manipulation des Telegraphierens hat taktmäßig zu erfolgen und ist jeder überflüssige Kraftaufwand zu vermeiden, da derselbe nur die Hand ermüdet und zugleich den Apparat vorzeitig abnützt.

§. 113. Behandlung der Boussole.

Die Boussole, welche die Anhaltspunkte für die richtige Stromstärke gibt, muss einer stets genauen Beobachtung unterzogen werden. Die Boussolennadel ist von Zeit zu Zeit darauf zu prüfen, ob sie richtig einspielt, indem man die Boussole durch Einstecken eines Stiftes in die Stöpselklemme aus der Linie ausschaltet und die Nadel zur Ruhe kommen lässt. Stellt sich der Zeiger hierbei nicht auf den Nullpunkt der Gradscala ein, so ist er durch Drehen des Richtmagnetes auf denselben zurückzuführen.

Ferners ist, da der Ausschlag der Nadel einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Zustandes der Linien und Batterien gibt, der normale Ausschlag der Nadel stets genau vorzumerken. Ein auffälliges Sinken oder Steigen des Nadelausschlages lässt immer vermuthen, dass etwas auf der Linie nicht in Ordnung sei und wird zu eingehenderer Beobachtung und zur Untersuchung der eigenen Apparate anregen.

Die Verminderung des Nadelausschlages lässt sich jedoch nicht immer auf Stromschwächungen zurückführen, sondern kann auch dadurch hervorgerufen werden, dass die Magnetnadel durch atmosphärische Einflüsse einen Theil des Magnetismus verliert. Man erkennt dies daran, dass die Bewegungen der Magnetnadel äußerst träge werden. In einem solchen Falle ist der Magnetismus der Nadel durch Streichen mit einem Magnete zu verstärken.

Da wohl selten kräftige Stahlmagnete zur Verfügung stehen, benützt man die Elektromagnete des Schreibapparates hiezu, indem man das Relais durch Einstecken des Stöpsels in die rückwärtige Doppelklemme aus der Linie ausschaltet und hierdurch den Localstrom schließt.

Die Magnetnadel wird hierauf behutsam aus der Boussole

herausgehoben und der Nordpol derselben an dem Südpol des Streichmagnetes, der Südpol der Nadel an dem Nordpol des Streichmagnetes zehn- bis zwölfmal gestrichen, wobei man immer die Mitte der Nadel an den Magnet legt, dieselbe gleichmäßig bis zur Spitze fortschiebt und hierauf in einem kleinen Bogen mit der Mitte der Nadel wieder zu dem Magnete zurückkehrt.

Um zu untersuchen, welcher der richtige Pol des Magnetes sei, mit welchem die Nadelhälfte gestrichen werden soll, nimmt man die beiden Enden der Nadelachse so zwischen Daumen und Mittelfinger, dass selbe leicht gedreht werden kann und nähert selbe hierauf einem Schenkel des Elektromagnetes. Derjenige Theil der Nadel, welcher angezogen wird, ist an diesem Schenkel zu streichen, der abgestoßene Theil an dem anderen Schenkel.

Mechanische Hemmungen in der Nadelbewegung sucht man durch leichtes Klopfen an das Boussolengehäuse zu beseitigen. Nützt dies nichts, so ist nachzusehen, ob die Nadel etwa nicht richtig in die Achslager eingesetzt ist oder an dem Drahtgewinde streift.

Bei Beseitigung solcher Hindernisse muss wegen der zarten Beschaffenheit der Nadelachse mit äußerster Vorsicht vorgegangen werden.

§. 114. Behandlung der Linienwechsel, Um- und Ausschalter.

Bei denselben ist nur stets darauf zu achten, dass die gebohrten Löcher der Lamellen, sowie die Stöpsel selbst metallisch rein und staubfrei erhalten werden und dass nicht etwa zwischen den einzelnen Lamellen eine unbeabsichtigte leitende Verbindung auftrete.

Bei den Kurbelumschaltern sind die Gleitflächen, welche die Contactverbindungen herstellen, stets metallisch rein zu halten und darauf zu sehen, dass die Gleitspangen federnd an die Contacte anliegen.

Bei den Lamellenwechseln ist es zur Erzielung eines gesicherten Contactes von Zeit zu Zeit nothwendig, die Schlitze

des Metallstiftes auseinanderzuspreizen, was mittels einer Messerklinge leicht bewerkstelligt werden kann.

§. 115. Behandlung der Blitzplatten.

Bei den Blitzplatten ist hauptsächlich darauf zu sehen, dass jede zufällige leitende Verbindung der einzelnen Platten untereinander, insbesondere aber der Luftlamellen mit der Erdplatte vermieden werde. Die oberen Platten sind daher von Zeit zu Zeit abzuheben und die inneren Flächen von Staub und allen sonstigen Ansätzen zu reinigen. Nach Gewittern sind die Blitzplatten stets zu untersuchen, weil sich durch die Elektricitätsentladungen in denselben leicht Schmelzkörperchen bilden, welche häufig einen directen Erdschluss herstellen. Diese Schmelzkörperchen sind nun zu entfernen und ist, wenn dies mit den zur Verfügung stehenden Werkzeugen nicht möglich sein sollte, die obere Blitzplatte von der unteren oder Erdplatte durch Zwischenlage eines Papierblattes zu isolieren. Die Wirksamkeit der Blitzplatten wird hierdurch nur wenig beeinflusst, da die überspringenden Funken das Papier leicht durchschlagen.

H. Störungen im Telegraphenbetrieb.

§. 116. Arten der Störungen.

Die Ursachen, welche in dem Betriebe der elektrischen Telegraphen- und Signaleinrichtungen Störungen hervorrufen können, sind zwar sehr zahlreiche, doch geben die charakteristischen Erscheinungen, unter welchen selbe auftreten, bei einiger Beobachtungsgabe sofort die Mittel zur Erkennung und somit auch zur Behebung derselben an die Hand. Solche Störungen sind demnach bei entsprechendem Zusammenwirken aller Organe leicht und in kurzer Zeit zu beseitigen.

Man unterscheidet zwischen *temporären* und *dauernden* Betriebsstörungen. Die dauernden Betriebsstörungen theilt man wieder in solche, welche die telegraphische Correspondenz der ganzen Linie schädlich beeinflussen, und in solche, welche

nur die Correspondenz der eigenen Station hindern oder erschweren.

§. 117. Temporäre Störungen.

Dieselben werden bei sonst gutem Stande der Leitungen, Apparate und Batterien durch atmosphärische oder kosmische Einflüsse hervorgerufen. Zu diesen Störungen gehören die sogenannten Gewitterstörungen, deren schon bei den Blitzschutzvorrichtungen (§. 94) Erwähnung geschah, ferner die durch Nordlicht und sogenannte magnetische Ungewitter hervorgerufenen Störungen, welche sich durch Auftreten von kurzen Strömen, häufig wechselnder Richtung, in ziemlich unregelmäßigen Pausen geltend machen.

Zum Schutze der Station gegen die gefährlichen Gewittereinflüsse ist dieselbe am Ausschalter aus der Leitung auszuschalten; dies darf jedoch erst dann erfolgen, wenn sich das Herannahen des Gewitters durch unregelmäßige Bewegung des Relaishebels, sowie durch das Überspringen von Funken, letzteres von einem eigenthümlich knisternden Geräusche begleitet, anzeigt.

Ebenso ist das Relais und die Boussole durch entsprechende Stiftsteckung kurz zu schalten. Die Elektromagnetspulen werden hiedurch aus der currenten Leitung ausgeschaltet.

Nach jedem Gewitter sind, selbst wenn die Station ausgeschaltet wurde, sowohl die Blitzplatten als auch die Relais und die Boussolen zu untersuchen, ob selbe keinen Schaden erlitten haben.

Bei den äußerst seltenen Störungen durch Nordlichter und magnetische Ungewitter, welche bei Ruhestromlinien viel weniger heftig auftreten und selten die Correspondenz gänzlich behindern, sind keinerlei besondere Vorsichtsmaßregeln zu beachten, indem selbe weder für die Apparate (mit Ausnahme der Galvanometernadeln), noch für die manipulierenden Organe eine Gefahr bringen.

Da man über die Natur dieser Erscheinungen bisher noch ziemlich im Unklaren ist, derlei Erscheinungen nur

durch zahlreiche, an den verschiedensten Punkten der Erde angestellte Beobachtungen ihrem inneren Zusammenhange nach aufgeklärt werden können, wird sich jedes beim Telegraphenapparate manipulierende Organ ein besonderes Verdienst erwerben, wenn es solchen außerordentlichen Vorgängen besondere Aufmerksamkeit zuwendet und die Resultate seiner Beobachtungen, unter genauer Angabe der Art und Weise, sowie des Zeitpunktes des Auftretens solcher Erscheinungen, schriftlich niederlegt, um dieselben den zur Erforschung solcher außergewöhnlicher Vorgänge berufenen Fachmännern und gelehrten Gesellschaften zur Verfügung stellen zu können.

§. 118. Störungen, welche sich auf die Station allein beschränken.

Solche Störungen setzen einen guten Zustand der Leitungen und Batterien voraus und kann daher nur in den Apparaten die Ursache derselben gelegen sein.

Außer Gebrechen an den mechanischen Theilen der Apparate, welche den Austausch derselben bedingen, sind es noch der remanente Magnetismus, sowie schadhafte Isolierungen der Multiplicationsdrähte, welche ein theilweises oder gänzliches Versagen der Apparatfunctionen herbeiführen können.

Die Ursache der schädlichen Einwirkung des remanenten Magnetismus auf die Apparatfunction wurde bereits im §. 62 erörtert.

Schadhafte Isolierungen der Multiplicationsdrähte bewirken eine directe metallische Berührung der Drähte und werden daher, dem Gesetze der Stromtheilung (§. 38) gemäß, so viele Drahtwindungen aus der Multiplicationsrolle ausgeschaltet, als sich nebeneinander liegende Theile der einzelnen Windungen metallisch berühren.

Nachdem die Anziehungskraft eines Elektromagnetes der Stromstärke und der Anzahl der Umwindungen proportional ist, wird durch die Ausschaltung einer Anzahl dieser Umwindungen die Anziehungskraft, trotz gleichbleibender Stromstärke,

geschwächt, und kann selbe so weit herabsinken, dass ein Functionieren des betreffenden Apparates nicht mehr möglich wird.

In beiden Fällen müssen die Apparate, beziehungsweise die Eisenkerne oder Multiplicationsrollen, durch neue ersetzt werden.

Um zu erkennen, ob diese Störungen nicht etwa auf andere Ursachen (Ableitungen) zurückzuführen sind, bringt man die eigene Station durch geeignete Stöpselung am Linienwechsel oder durch entsprechende Verbindung an den Blitzplatten in kurzen Schluss und sieht, ob bei sonst normalem Ausschlage der Boussolennadel die Erscheinungen fortwähren. Ist dies der Fall, so lässt sich, sonst guter Zustand und richtige Regulierung der Apparate vorausgesetzt, die Störung auf einen dieser beiden Fehler zurückführen.

§. 119. Störungen, welche auf die ganze Linie rückwirken.

Als Ursache dieser Störungen erscheinen vornehmlich zweierlei Fehlerquellen, und zwar *a*) Unterbrechungen des Stromkreises und *b*) Stromverzweigungen, bei welchen wieder zwischen Ableitungen und Berührungen oder Tangierungen zu unterscheiden ist.

§. 120. Erkennung und Behebung von Ableitungen an Telegraphenlinien.

Den Gesetzen der Stromverzweigung entsprechend, wird, wenn die Telegraphenleitung mit irgendeinem Körper, welcher eine leitende Verbindung mit der Erde herstellt, in Berührung tritt, an dem Berührungspunkte eine Stromtheilung eintreten. Die Stärke der beiden Zweigströme steht im umgekehrten Verhältnisse zu den Leitungswiderständen, welche in beiden Zweigleitungen zu überwinden sind (§. 38).

Ist der Widerstand des Zweigleiters ein sehr geringer, wie dies bei Berührung der Leitung mit feuchten Bäumen, Schlinggewächsen, feuchten Mauern oder dem Erdboden der Fall ist, so wird über die Berührungsstelle hinaus eine telegraphische Correspondenz nicht mehr möglich sein.

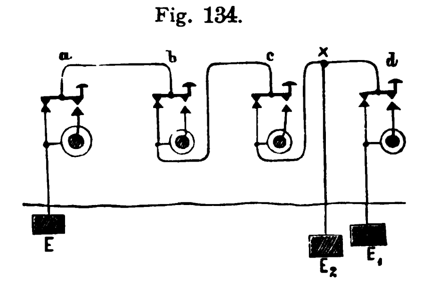
Bei Ableitungen mit bedeutenderem Widerstande des Zweigleiters kann durch entsprechende Relaisregulierung die Correspondenz noch aufrechterhalten werden.

Je nachdem die Telegraphenlinie auf Arbeits- oder Ruhestrombetrieb eingerichtet ist, wird sich die Ableitung in verschiedener Weise zur Geltung bringen.

a) Bei Arbeitsstrom. Es seien *a b c d* Telegraphenstationen, welche (Fig. 134) in eine Telegraphenleitung eingeschaltet sind.

Diese Leitung weist bei dem Punkte *x* eine Ableitung auf. Es wird, wenn eine der Stationen spricht, somit die Batterie einschaltet, an der Abzweigestelle eine Stromtheilung eintreten, wodurch der Strom über die Ableitungsstelle hinaus geschwächt wird, da ein Theil desselben über die Ableitung selbst den Weg zur Batterie zurückfindet. Es bleibt sich aber hier durchaus nicht gleichgiltig, welche der Stationen spricht, da die Stärke des Theilstromes fortwährend wechselt.

Fig. 134.



Spricht beispielsweise die Station *a*, so wird, da der Widerstand des Leitungstheiles $x\ d\ E_1$ bedeutend geringer ist als der des Leitungstheiles $x\ a\ E$, der Stromtheil, welcher über die Ableitungsstelle nach *a* zurückkehrt, viel geringer sein als der Stromtheil, welcher über $x\ E_2$ nach *d* gehen würde, wenn in *d* gesprochen wird. Wird in *b* und *c* gesprochen, so bleibt die Stromschwächung über *x* hinaus dieselbe, welche eintritt, wenn in *a* gesprochen wird.

In Arbeitsstromleitungen wird daher bei Ableitungen über die Ableitungsstelle hinaus stets Stromschwächung eintreten und dieselbe um so größer werden, je größer der Widerstand des Stromkreises jenseits der Ableitungsstelle ist. Man wird hier in den meisten

Fällen durch Nachlassen der Relaisfeder, beziehungsweise Nähern des Relaisankers an die Elektromagnetkerne, die Correspondenz noch aufrechterhalten können. Doch ist in solchen Fällen der Boussolennadel besondere Aufmerksamkeit zu widmen, damit das Relais sofort reguliert werde, sobald die Nadel anzeigt, dass auf der Linie gesprochen wird. Es kann im allgemeinen bei einer Arbeitsstromlinie schon dann auf eine Ableitung geschlossen werden, wenn eine Station nach längerem Rufen sich nicht meldet, obwohl die Boussole bei Niederdrücken des eigenen Tasters einen Ausschlag zeigt.

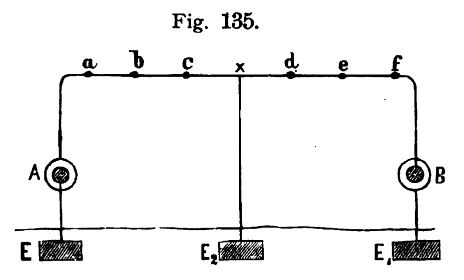
Der Ort der Ableitung zeigt sich dadurch an, dass die zwei Stationen, zwischen welchen die Ableitung liegt, sich nur schwer miteinander telegraphisch verständigen können, während die Correspondenz der vor der Ableitungsstelle gelegenen Stationen untereinander eine ganz anstandslose ist.

Um eine Ableitung genau zu constatieren, ersucht man die eine Endstation, die Linie für eine kurze Zeit zu unterbrechen, und schaltet während dieser Unterbrechung die eigene Batterie durch Niederdrücken des Tasters in die Linie ein. Zeigt die Boussolennadel hierbei einen Ausschlag, so ist dies ein Zeichen für das Bestehen einer Ableitung in der Richtung dieser Endstation. Man fordert nun die anderen, in dieser Linie gelegenen Stationen der Reihenfolge nach auf, die Linie auf kurze Zeit zu unterbrechen und schaltet jedesmal die eigene Batterie durch Tasterdrücken ein. Zwischen jener Station, bei deren Unterbrechung sich kein Strom mehr anzeigt, und der nächsten Station, bei welcher trotz Unterbrechung noch Strom circuliert, ist die Ableitungsstelle zu suchen. Eine aufmerksame Untersuchung der eigenen Station und der offenen Telegraphenleitung wird in den meisten Fällen zur Auffindung der Ableitung hinreichen.

b) Bei Ruhestrom. Ist in einer Telegraphenlinie mit Ruhestrombetrieb eine Ableitung aufgetreten, so wird der Nebenschluss, wenn die Linienbatterien auf alle Stationen gleichmäßig oder nur auf die beiden Endstationen vertheilt sind, wie dies ja in der Regel der Fall ist, in der Ruhelage

auf die Stromverhältnisse ebensowenig einen Einfluss ausüben, wie wenn die Stationen *a b c* einerseits und die Stationen *d e f* (Fig. 135) andererseits untereinander correspondieren. Die Correspondenz der vor der Ableitungsstelle gelegenen Stationen mit über die Ableitungsstelle hinausliegenden Stationen wird aber behindert werden. Bei Ruhestromschaltungen werden die Zeichen durch Stromunterbrechung hervorgerufen, eine absolute Stromunterbrechung kann aber in diesem Falle nicht stattfinden. Es wird zwar, wenn *a*, *b* und *c* spricht, die Batterie *A* aus der Linie ausgeschaltet, und muss daher, weil keine weitere Erdverbindung besteht, die Linie $E x$ stromlos werden. In der Linie $E_1 x E_2$ bleibt aber, durch den Nebenschluss, die Batterie *B* noch in Wirksamkeit und wird daher in diesem Linientheil ein Strom circulieren, welcher auf die Elektromagnete der Relais umso kräftiger einwirkt, je geringer der Leitungswiderstand des Nebenschlusses ist. Es wird also hier in jeder Station ganz dieselbe Erscheinung auftreten, wie wenn die Elektromagnete der Relais remanent magnetisch wären. Der Magnetismus in denselben wird nicht ganz verschwinden, und es bedarf einer stärkeren Spannung der Abreißfeder, beziehungsweise einer Entfernung der Anker von den Elektromagnetkernen, um die noch zurückbleibende magnetische Anziehungskraft zu überwinden. Ist der Widerstand der Ableitung ein sehr geringer, so wird die Stromstärke in diesem Leitungstheile eine so bedeutende sein, dass man aus denselben Gründen, wie selbe beim remanenten Magnetismus (§. 62) klargelegt wurden, über die Ableitungsstelle hinaus überhaupt nicht mehr zu correspondieren vermag. In allen Fällen, in welchen über eine Ableitungsstelle hinaus correspondiert werden soll, muss die **Abreißfeder des Relais stärker gespannt** werden.

Fig. 135.



Eine Ableitung ist stets daran zu erkennen, dass bei Unterbrechung der Linie an irgendeinem Punkte in dem über die Ableitung hinaus gelegenen Leitungstheile noch Strom circuliert, welcher sich in den Stationen durch Ablenkung der Boussolennadeln anzeigt.

Um eine Ableitung in einer Ruhestromlinie zu begrenzen, fordert man die Stationen, von der Endstation angefangen, der Reihenfolge nach auf, die Linie durch Tasterdrücken auf kurze Zeit zu unterbrechen und beobachtet hierbei die Boussolennadel. Unterbricht eine Station und zeigt die eigene Nadel keinen Strom an, so ist die Ableitungsstelle überschritten und liegt dieselbe zwischen dieser und der vorhergehenden Station, bei welcher die Boussolennadel noch Strom angezeigt hat.

Hat man auf diese Art und Weise den Theil der Leitung, in welchem die Ableitung oder der Nebenschluss sich vorfindet, eingegrenzt, so haben die beiden Stationen, zwischen welchen die Ableitungsstelle liegt, an die genaue Aufsuchung und die Behebung des Fehlers zu schreiten. Bevor jedoch an die Untersuchung der offenen Leitung gegangen wird, hat man sich zu überzeugen, ob sich die Ableitung nicht im eigenen Bureau befindet.

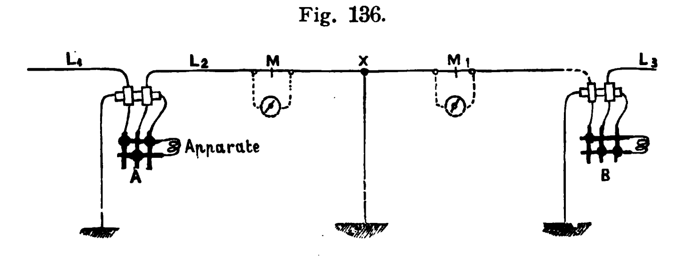
Zu diesem Zwecke unterbricht man vorerst den Zuleitungsdraht am Einführungsträger in der Richtung des Fehlers. Zeigt sich hierbei in den eigenen Apparaten kein Strom, so ist die Station in Ordnung. Ist jedoch Strom bemerkbar, so ist dies das Anzeichen, dass die Ableitung vom Einführungsträger angefangen in der Station zu suchen ist. Man unterbricht in der Richtung der Fehlerquelle der Reihenfolge der Apparate nach die Verbindungen so lange, bis die Boussolennadel auf 0 zurückkehrt und hierdurch anzeigt, dass die Ableitung bereits überschritten ist.

Hat man beispielsweise die Leitung durch Ablösen des Einführungsdrahtes von der Blitzplattenlamelle unterbrochen und zeigt die Nadel 0, so liegt der Fehler in dem Leitungs-

stücke vom Einführungsträger ab bis zur Blitzplatte. Zeigt dieselbe dagegen noch Strom und kehrt erst auf 0 zurück, wenn der Draht, welcher von der Blitzplatte zu den Apparaten führt, unterbrochen wird, so liegt der Fehler in der Blitzplatte. Ein successives Vorwärtsschreiten in dem angedeuteten Sinne wird bei Aufsuchung der Ableitung in der eigenen Station immer zum Ziele führen.

Ist die Ableitung in der offenen Leitung, so muss die Leitung aufmerksam durchsucht und alle jene Ursachen, welche die Fehlerquelle bilden können, beseitigt, also lose gespannte Drähte nachgespannt, schadhafte Isolatoren ausgewechselt, an die Drähte reichende Baumzweige, Spinnengewebe, Raupennester, Papierdrachen etc. entfernt werden.

Fig. 136.



Da jedoch die Ursachen von Ableitungen häufig so versteckt liegen, dass sie bei einfacher Besichtigung der Leitung, wiewohl dies in den meisten Fällen zum Ziele führt, nicht sofort erkannt werden können, muss, wenn dieselbe erfolglos blieb, an eine weitere Eingrenzung der Fehler geschritten werden.

Dies geschieht folgendermaßen: Es sei beispielsweise constatiert, dass der Fehler zwischen den beiden Stationen A und B (Fig. 136) liege. Die Stationen A und B werden, um die Correspondenz der rechts, beziehungsweise links derselben liegenden Stationen nicht zu hindern, vorerst gegen L_1, beziehungsweise L_3 zu abgeschlossen. Hierauf wird die Linie L_2 in A oder B durch Ablösen von der Blitzplatte unterbrochen.

Ist in *A* keine Linienbatterie vorhanden, so wird in die Linie L_2 eine Batterie eingeschaltet. Hierauf begibt man sich auf einen Punkt *M* der Strecke, unterbricht die Linie und schaltet in dieselbe, wie dies durch die punktierten Linien angedeutet ist, eine Boussole ein. Zeigt diese Strom an, so ist dies ein Zeichen, dass die Ableitung zwischen *M* und *B* liegt, im entgegengesetzten Falle liegt selbe zwischen *M* und *A*. Man stellt nun die Leitungsverbindung bei *M* wieder her und schreitet sodann im ersten Falle weiter gegen *B*, im zweiten Falle gegen *A* vor und wiederholt beiläufig in der Mitte einer dieser Strecken, *M B* oder *M A*, die gleiche Procedur.

Wäre zum Beispiel die Ableitung bei *x* gelegen, so wird das Galvanometer, wenn es bei *M* eingeschaltet war, Strom, wenn es bei M_1 eingeschaltet war, keinen Strom zeigen, wodurch mit Bestimmtheit constatiert ist, dass der Fehler zwischen *M* und M_1 liegt. Durch weiter fortgesetztes Vorgehen in dieser Weise kann die Fehlerstelle so enge eingegrenzt werden, dass das Auffinden des Fehlers selbst keine Schwierigkeiten mehr bietet.

§. 121. Berührungen oder Tangierungen bei Correspondenz- und Signalleitungen.

Unter solchen versteht man die Berührung zweier Telegraphendrähte. Dieselben sind als nichts anderes aufzufassen, als Stromverzweigungen complicierterer Natur.

a) Bei Arbeitsstromlinien hat man zu unterscheiden, ob die Berührung mit einer Arbeits- oder Ruhestromlinie erfolgt.

Im ersteren Falle wird die Linie in der Ruhelage des Tasters stromlos sein, wenn auf der tangierten Linie nicht gesprochen wird. Dagegen wird über die Berührungsstelle hinaus wegen der durch die Stromverzweigung an derselben bedingten bedeutenden Stromschwächung nur schwer gesprochen werden können.

Wird auf der fremden Linie telegraphiert, so ist das Spiel der fremden Linie an der Boussolennadel wahrzunehmen

und kann mitunter durch entsprechend zarte Regulierung des Relais auch aufgefangen werden. Da bei Berührung zweier Arbeitsstromlinien, mit Ausnahme der beim Spiele auf der fremden Linie wahrnehmbaren Zeichen, ganz dieselben Erscheinungen zutage treten wie bei der Ableitung, wird man, wenn eine Correspondenz über die Berührungsstelle noch möglich ist, behufs Auffindung und Behebung des Tangierungspunktes genau in derselben Weise vorgehen wie bei Ableitungen.

Die Berührung einer Arbeitsstromlinie mit einer Ruhestromlinie gibt sich in ersterer sofort dadurch zu erkennen, dass in derselben die Galvanometernadel trotz Ruhelage des Tasters Strom anzeigt.

In beiden Fällen wird die Berührungsstelle, da über dieselbe hinaus entweder gar nicht oder nur schwer gesprochen werden kann, leicht eingegrenzt werden können. Um die Berührung bis zu deren Behebung für die wichtigere Linie unschädlich zu machen, haben die beiden, der Berührungsstelle zunächstliegenden und dieselbe einschließenden Stationen sich für die intact gebliebenen Leitungstheile der minder wichtigen Linie als Endstationen zu stöpseln, sohin gegen die Berührungsstelle abzuschließen und das gegen die Berührungsstelle hin liegende Leitungsstück durch Ziehen des betreffenden Stiftes am Linienwechsel nach beiden Seiten zu isolieren. Es wird hierdurch, da der Strom an dem isolierten Leitungsstücke keinen Weg zur Erde findet, eine Stromtheilungan der Berührungsstelle unmöglich gemacht.

b) Die Berührung einer Ruhestromlinie mit einer anderen Linie lässt sich nur dadurch constatieren, dass, wenn auf der fremden Linie correspondiert wird, entweder eine Stromvermehrung oder eine Stromverminderung in der eigenen Linie eintritt, je nachdem der Strom der fremden Linie mit dem Strome der eigenen Linie die gleiche oder entgegengesetzte Richtung hat, und dass man die Zeichen der fremden Linie am Apparate wahrnimmt.

Die Zeichen der fremden Linie können, wenn in der eigenen Station hierdurch Stromverminderung eintritt, nach erfolgter Relaisregulierung in der Regel direct abgelesen werden.

Tritt aber durch das Spiel der fremden Station Stromvermehrung ein, so können, da eine solche dem Arbeitsstromprincipe entspricht, die fremden Zeichen nur dann aufgefangen werden, wenn das Relais auf Arbeitsstrom eingerichtet wird, das ist, wenn die beiden Limitierungsschrauben desselben verwechselt (§. 91) und hierauf die Hubhöhe und Federspannung entsprechend reguliert wird.

Eine Tangierung wird wie eine Ableitung dadurch eingegrenzt, dass man die Station vorerst nach rechts abschließt und sich durch den Ausschlag der Boussolennadel, sowie durch Aufrufen der Stationen überzeugt, ob die Störung verschwunden ist. Ist dies der Fall, so liegt die Berührungsstelle rechts von der Station, ist der Fehler hierdurch jedoch nicht geschwunden, so schließt man die Station nach links ab und sieht wie vor nach, ob der Anstand beseitigt ist. Trifft dies zu, so liegt der Fehler links der Station, wenn nicht, so im eigenen Locale.

Für den Fall, als die Berührung außerhalb der Station liegt, bleibt die Station nach der Richtung hin, gegen welche diese Berührung constatiert wurde, so lange abgeschlossen, bis der Fehler behoben ist, wovon man sich durch zeitweiliges Ziehen des Ausschaltestiftes überzeugt.

Auf diese Art wird, wenn alle Stationen in der gleichen Weise vorgehen, der Fehler bald eingegrenzt sein und ist die Behebung desselben, da solche Berührungen dem Auge auffällig entgegentreten, leicht zu veranlassen.

In allen Fällen sind jedoch vorerst die Zuführungsdrähte in die Stationen genau zu besichtigen, indem Berührungen in den Zuführungen deshalb am häufigsten auftreten, weil die Drähte zumeist nahe aneinander geführt werden müssen und sich daher insbesondere bei heftigen Winden leicht ineinander verwickeln.

Um die anstandslose Correspondenz auf der wichtigeren Linie zu ermöglichen, muss, wie dies bereits erwähnt wurde, die minder wichtige Linie zu beiden Seiten der Berührungsstellen isoliert werden.

Tritt diese Berührung zwischen einer Eisenbahntelegraphenlinie und einer Staatslinie ein, so ist letztere zu isolieren und hat dies durch die Staatstelegraphenorgane, welche diesfalls speciell angewiesen sind, zu erfolgen.

Bei Berührung zweier Betriebslinien ist stets die minder wichtige Linie, also diejenige, in welcher nicht alle Stationen eingeschaltet sind und auf welcher zumeist die Transit-Correspondenz abgewickelt wird, zu isolieren.

Berührt die Betriebslinie eine Signallinie, so ist letztere zu isolieren. Ist jedoch die Abgabe eines Signales nothwendig, so muss die Betriebslinie für die Dauer der Signalabgabe isoliert, die Signallinie für diese Zeit dagegen wieder eingeschaltet werden.

Die Beseitigung der Berührung erfolgt nach Auffindung der Berührungsstelle provisorisch, indem man die sich berührenden Drähte mit einer Stange zu trennen sucht.

Sind dieselben jedoch zu fest ineinander verschlungen, so müssen sie von den Isolatoren abgenommen und mit den Händen getrennt werden. Steht eine weitere Verschlingung der Drähte, nachdem dieselben wieder auf die Isolatoren aufgelegt und befestigt wurden, zu befürchten, so zieht man, bis zur definitiven Nachspannung durch die hierzu berufenen Organe, den oberen Draht mittelst einer Schnur so weit seitwärts, dass eine Berührung nicht mehr stattfinden kann, und befestigt die Schnur in einer Weise, dass ein Nachgeben derselben und somit auch des Drahtes ausgeschlossen ist.

Treten Tangierungen in den Telegraphenlocalen auf, welche, wie vorhin gezeigt wurde, constatiert werden, so sind, da für selbe bei den vielen Complicationen, welche hier auftreten können, sich keine allgemeine Regel aufstellen lässt, sämmtliche Verbindungen einer genauen Untersuchung zu unterziehen, alle jene Verbindungsdrähte, welche schadhafte

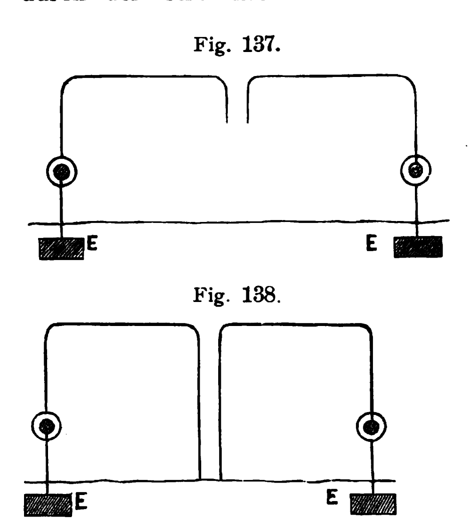
Isolierungsstellen zeigen, zu entfernen und durch neue zu ersetzen.

§. 122. Unterbrechungen.

Reißt die leitende Verbindung eines geschlossenen Stromkreises an irgendeiner Stelle, oder wird eine contactierende Stelle zur Weiterleitung des Stromes untauglich, so wird hierdurch der Stromkreis unterbrochen und eine Circulation des Stromes in dem durch die Leitung normal gegebenen Sinne unmöglich. Wiewohl nun in manchen Fällen eine Circulation des Stromes in einem Theile der Leitung noch stattfinden kann, bezeichnet man dennoch diese Art der Störung im allgemeinen als Unterbrechung.

Fig. 137.

Fig. 138.



Unterbrechungen können sowohl in der offenen Leitung als in den Bureaulocalitäten auftreten.

Bei Unterbrechung der offenen Leitung, welche durch Reißen der Liniendrähte infolge starker Kälte, Anhäufung von Schnee und Eis, Erdrutschungen, Felsabstürzen etc. entstehen kann, hat man folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Die beiden Enden der gerissenen Leitung hängen isoliert in der Luft oder liegen auf einem isolierenden Gegenstande (Fig. 137). In diesem Falle ist der Strom nach beiden Richtungen unterbrochen;
2. beide gerissene Theile liegen auf die Erde auf (Fig. 138). Hier bilden sich zwei getrennte Stromkreise, innerhalb welcher, wenn die Erdverbindung hinreichend innig ist, ohne Anstand gesprochen, beziehungsweise signalisiert

werden kann. Für die rechts und links der Unterbrechungsstelle gelegenen Stationen erscheint dieser Fehler als eine vollkommene Ableitung, bei welcher eine Correspondenz oder eine Signalabgabe über die Ableitungsstelle nicht mehr möglich ist;

3. ein Drahtende ist isoliert, das andere liegt auf die Erde auf (Fig. 139). Für den einen Theil der Strecke charakterisiert sich die Erscheinung als Unterbrechung, für den anderen als Ableitung;

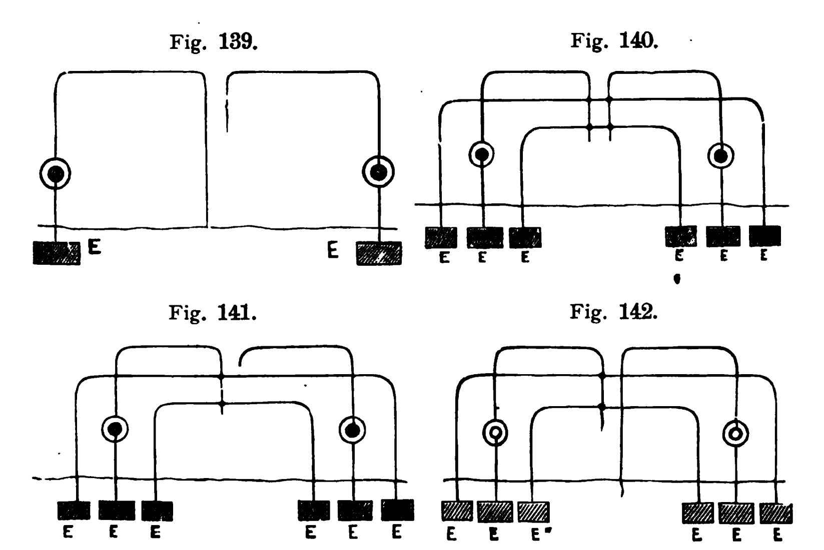


Fig. 139. Fig. 140. Fig. 141. Fig. 142.

4. beide Drahtenden berühren eine oder mehrere fremde Leitungen (Fig. 140). Diese Art der Unterbrechung charakterisiert sich für die Stationen rechts und links der Unterbrechung als Berührung oder Tangierung;
5. ein Drahtende berührt eine oder mehrere fremde Leitungen, das andere Ende hängt isoliert herab (Fig. 141). Dem einen Theile der Strecke erscheint dieser Fehler als Tangierung, dem anderen Theile als Unterbrechung;
6. ein Drahtende berührt eine oder mehrere fremde Leitungen, das andere Ende liegt auf die Erde auf (Fig. 142).

Dieser Fehler zeigt sich dem einen Theile der Strecke als Berührung, dem anderen Theile als Ableitung.

§. 123. Erkennung einer Unterbrechung.

a) Bei Arbeitsstrom. Eine Unterbrechung ist daran zu erkennen, dass beim Niederdrücken des Tasters die Boussole keinen Strom anzeigt. In jenen Fällen, wo der Draht auf dem Erdboden aufliegt oder andere Drähte berührt, wird sich die Unterbrechung als solche nicht constatieren lassen;

b) bei Ruhestrom. Die Linie erscheint auch in der Ruhelage des Tasters stromfrei, die Boussolennadel zeigt auf Null. Ebenso wie bei Arbeitsstrom, wird in jenen Fällen, in welchen der Draht auf dem Erdboden aufliegt oder eine fremde Linie berührt, die Unterbrechung als solche nicht erkennbar sein.

§. 124. Begrenzung einer Unterbrechung.

In jenen Fällen, wo bei Unterbrechung die Erscheinungen wie bei Ableitungen und Berührungen hervortreten, wird man behufs Eingrenzung des Fehlers, wie dies bei diesen Fehlerquellen bereits klargelegt wurde, vorgehen und nur, wenn kein Strom in der Linie circuliert, die Untersuchung auf Unterbrechung vornehmen können. Dies geschieht bei Correspondenzlinien:

a) Bei Arbeitsstrom dadurch, dass man die Station vorerst nach rechts abschließt und somit als Endstation formiert, dann den Taster niederdrückt und hierdurch die Linienbatterie einschaltet. Zeigt die Boussolennadel Strom an, so liegt der Fehler zur rechten Seite der Station; zeigt selbe jedoch keinen Strom an, so schließt man die Station gegen links zu ab und drückt den Taster nieder. Zeigt die Nadel Strom, so liegt der Fehler links der Station; zeigt selbe dagegen keinen Strom an, so liegt entweder eine Unterbrechung zu beiden Seiten der Station vor, oder der Fehler liegt, was wahrscheinlicher ist, in der Station selbst.

Hat man den Fehler rechts oder links außerhalb der Station constatiert, so wird die Station nach dieser Richtung hin abgeschlossen. Man überzeugt sich nur von Zeit zu Zeit (etwa alle fünf Minuten) durch Stiftziehen und gleichzeitiges Tasterdrücken, ob die Linie inzwischen nicht wieder gut geworden sei.

Außerdem untersucht man sämmtliche Leitungen innerhalb des Stationsrayons und fordert, wenn der Fehler nicht gefunden wurde, die Wächter mittelst Laufzettels, den Leitungsaufseher telegraphisch auf, den Fehler zu beheben. Selbst das Zugsbegleitungspersonale wird zur Mitwirkung herangezogen, indem es angewiesen wird, die Telegraphenleitungen während der Fahrt genau zu beobachten und die allenfalls bemerkten Gebrechen in der nächsten Station anzuzeigen.

b) Bei Ruhestrom wird behufs Eingrenzung eines Fehlers ganz in derselben Weise vorgegangen, wie bei Arbeitsstrom, nur dass das Tasterdrücken bei Abschließen der Linie und beim Stiftziehen entfällt, weil die Batterie ohnedies in die Linie eingeschaltet ist und durch das Tasterdrücken der Stromkreis nur unterbrochen würde.

Bei gleichmäßigem Vorgange sämmtlicher Stationen wird der Fehler bald eingegrenzt sein und die Behebung desselben sofort veranlasst werden können.

Bemerkt eine Station beim Stiftziehen, dass die Linie wieder gut geworden, so hat dieselbe die normale Stellung der Stifte wieder herzustellen.

§. 125. Abhilfe bei Unterbrechung der Telegraphenleitung.

Wurde die Unterbrechung aufgefunden, so ist selbe dadurch provisorisch zu beseitigen, dass die gerissenen Enden der Drähte circa 20 bis 25 *cm* weit vom Rissende angefangen vom Rost befreit und durch einen Würgebund (§. 85) wieder zu einem Ganzen vereinigt werden. Sind die Drähte zu kurz, so muss ein entsprechend langes Drahtstück eingefügt werden.

Stehen entsprechende Werkzeuge zur Herstellung eines Würgebundes nicht zur Verfügung, so werden die blank ge-

machten Drähte parallel nebeneinander gelegt, deren Enden etwas nach aufwärts abgebogen und durch Umwickelung mit einem weichen Kupfer- oder auch Eisendraht ein provisorischer Wickelbund Fig. 93 hergestellt.

§. 126. Unterbrechung im Amtslocale.

Ergibt die Untersuchung, dass die Unterbrechung im eigenen Bureaulocale gelegen ist, so muss man dieselbe sofort aufsuchen und beseitigen. Hierbei wird die Batterie der eigenen Stationen so in kurzen Schluss gebracht, dass der Stromkreis die sämmtlichen Apparate umfasst.

Bei Correspondenzleitungen mit Arbeitsstrom wird dies durch Verbinden der dritten Tasterklemme mit der Blitzplatte vermittels eines Drahtstückes, wie dies durch die punktierte Linie in Fig. 143 dargestellt ist, bei Ruhestrom durch metallische Verbindung der beiden oberen Blitzplattenlamellen bewerkstelligt.

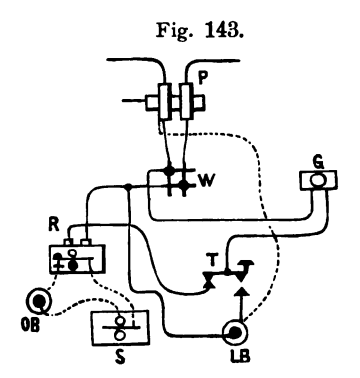
Zeigt die Boussolennadel nach erfolgter Herstellung dieses kurzen Schlusses keinen Ausschlag und ist somit der Beweis erbracht, dass die Unterbrechung im eigenen Bureaulocale stattgefunden hat, so müssen die einzelnen Apparate und deren leitende Verbindungen untersucht werden, wobei man, um unnöthiges Suchen und blindes Herumrathen zu vermeiden, die einzelnen Apparate und Verbindungen der Reihenfolge ihrer Einschaltung nach, von der Blitzplatte angefangen, verfolgt. Man untersucht hierbei, ob die Verbindungsdrähte nicht etwa zerrissen sind und ob deren Verbindung mit den Klemmen der einzelnen Apparate fest und leitend hergestellt ist.

Die einzelnen Apparate werden der Reihenfolge nach durch Verbinden der Apparatklemmen mittelst eines Drahtstückes, oder, wenn die Apparate mit sogenannten Ausschalteklemmen versehen sind, durch Einstecken des Ausschaltestöpsels ausgeschaltet. Hierbei ist die Boussole stets zu beobachten, weil dieselbe sofort durch Nadelausschlag anzeigt, wenn der fehlerhafte Apparat aus der Linie ausgeschaltet und sohin die Fehlerquelle in demselben zu suchen ist.

Nachdem jedoch der Fehler auch in einer Unterbrechung der feinen Multiplicationsdrähte der Boussole gelegen sein kann, dieselbe also bei Untersuchung ebenfalls aus der Linie ausgeschaltet werden muss, hat an Stelle derselben als Erkennungszeichen dafür, ob der Fehler in der Boussole liegt oder nicht, das Relais zu dienen; wird dasselbe bei Ausschaltung der Boussole angezogen, so ist der Fehler in derselben zu suchen, ist dies jedoch nicht der Fall, so muss man in der Untersuchung weiterschreiten.

Ein besonderes Augenmerk ist der Untersuchung der Batterien zu widmen und hierbei in erster Linie darauf zu sehen, ob nicht etwa ein gesprungenes Batterieglas vorhanden, und ob die Verbindung der einzelnen Elemente untereinander und mit den Zuführungsdrähten eine solide und zuverlässige sei.

Fig. 143.



Um sich, bevor man an die Untersuchung der Batterie schreitet, zu überzeugen, ob der Fehler in der Batterie liegt oder nicht, wird dieselbe dadurch, dass die beiden Endpolklemmen derselben durch einen Draht direct miteinander verbunden werden, aus der Linie ausgeschaltet und hierauf das Drahtstück, welches die beiden Blitzplatten behufs Ausschaltung der Station aus der Linie verbindet, weggenommen. Zeigt die Boussolennadel Strom an, so ist der Fehler in der Batterie zu suchen. Dieselbe ist dann auseinanderzunehmen und vollständig ordnungsgemäß, unter Ausschließung aller schadhaften Theile und deren Ersatz durch vollkommen diensttaugliche, neu zusammenzustellen und hierauf wieder in die Linie einzuschalten.

Hat man den schadhaften Draht oder Apparat gefunden, so ist vorerst dafür zu sorgen, dass durch Ersatz des Drahtes, beziehungsweise durch Ausschalten des Apparates, die Corre-

spondenz der anderen, in dieselbe Leitung eingeschalteten Stationen nicht weiter behindert werde.

Im ersteren Falle ist der Fehler bereits behoben, im zweiten Falle schreitet man an die Untersuchung des Apparates und sucht das Gebrechen so gut als möglich zu beseitigen; ist dies jedoch nicht möglich, so muss der Apparat ausgetauscht werden.

Innerhalb der isolierenden Drahthüllen kann jedoch ein Drahtbruch, insbesondere dann, wenn die Drähte fest gespannt sind, leicht verborgen bleiben. Es bleibt dann das Vorgehen in der beschriebenen Weise, welches in den meisten Fällen zum Ziele führt, resultatlos. In diesem Falle muss man, nachdem man sich überzeugt hat, dass in den Apparaten und Batterien der Fehler nicht liegen kann, mit einem Stück Draht, welches man der Reihenfolge nach immer an zwei Klemmen, welche durch ein Drahtstück verbunden sind, ansetzt, den schadhaften Draht ermitteln.

Zeigt die Boussolennadel bei Ansetzen des Untersuchungsdrahtes an zwei, durch ein Drahtstück verbundene Klemmen Strom an, so ist dieses Drahtstück das schadhafte und muss durch ein neues ersetzt werden.

Steht bei Ruhestromschaltung zur Untersuchung der eigenen Apparate eine Linienbatterie nicht zur Verfügung, so behilft man sich damit, dass man, nachdem durch Verbinden der beiden oberen Klemmen der Blitzplatten die Station aus der Linie ausgeschaltet wurde, zwischen der einen Blitzplattenlamelle und dem zu den Apparaten führenden Leitungsdrahte eine Reservebatterie oder, wenn auch eine solche nicht vorhanden ist, die Localbatterie einschaltet und hierauf die Untersuchung genau in der vorgeschriebenen Weise vornimmt.

Eine Linienunterbrechung kann auch durch Zerstörung der Erdleitungsverbindung in den Endstationen hervorgerufen werden, weshalb sofort nach Constatierung der Unterbrechung die Erdleitungsverbindung zu untersuchen ist.

Ist die Erdleitung selbst untauglich, so ist selbe durch ein Provisorium zu ersetzen, indem man die Erdlamelle der

Blitzplatte durch ein Drahtstück mit Gas- oder Wasserleitungsröhren und in Ermangelung solcher mit den Eisenbahnschienen selbst verbindet.

In Translations-, Übertragungs- und Abzweigestationen kann die Unterbrechung der Erdleitungsverbindung, wenn sämmtliche Linien an eine gemeinsame Erdleitung angeschlossen sind und die Unterbrechung oberhalb der Verbindung der Erdleitung stattfindet, eine Unterbrechung sämmtlicher Linien hervorrufen, oder die Linien werden, wie dies aus Fig. 144 ersichtlich ist, direct miteinander verbunden. Sind die Batterien der normal getrennten Leitungen einander ent-

Fig. 144.

E E E

gegengeschaltet, so werden, wenn die Batterien gleich stark sind, die beiden Linien stromlos. Überwiegen jedoch die Batterien der einen Linie die Batterien der anderen Linie, so wird unter allen Umständen durch die Gegenwirkung der Batterien in beiden Linien Stromschwächung eintreten. Waren die Batterien jedoch gleichgerichtet, so ist die Unterbrechung der Erdleitung einer directen Verbindung der Linien gleichzuhalten.

Unterbrechungen des Localstromes sind leicht aufzufinden und durch Reinigen der Contactpunkte am Relais, Herstellung etwa schadhafter Verbindungen, Untersuchung der Localbatterie, sowie allenfalls Auswechslung der Multiplicationsspulen des Schreibapparates zu beseitigen.

Sachregister.

Ableitungen, Erkennung und Behebung 186.
Abzweigestationen 160.
Accumulatoren 99.
Ampère-Maßeinheit 36.
Anker 71.
Anker, polarisierter 73.
Anode 28.
Anziehung, magnetische 11.
Anziehung und Abstoßung magnetischer Pole 2.
Apparat, Morse-, Behandlung 169, 176.
— — Farbschreiber 125.
— — Reliefschreiber 120.
— — Translations- 165.
— Telegraphen-, Behandlung 169.
— Telegraphen-, Benennung 120.
— Verbindungen 161.
Arbeitsstrom 79.
— Vergleich mit Ruhestrom 157.
Armatur 12.
Ausgleich, elektrischer 19, 24.
Ausschalter 142.

Batterie von Leydnerflaschen 22.
— Wechsel 144.
Batterien, galvanische 41.
— — Behandlung 169, 172.
— thermoelektrische 56.
Behebung von Ableitungen 186.
— von Berührungen 192.
— von Unterbrechungen 199.
Berührungen, Leitungs- 192.
Blitzplatten 147.
Blitzschutzvorrichtungen 145.
Boussole 139.
— Behandlung 169, 181.
Briquet-Elemente 96.
Bureauleitungen 106, 117.

Callaud-Element 86, 92.
— — Behandlung 169, 174.
Condensator 22.
Conductor 18.
Coërcitivkraft 6.
Constanten der Elemente 104.
Cylinder-Inductor 53.

Daniell-Element 86, 88.
— — Behandlung 169, 172.
Differenzen, Arbeiten mit Strom 83.
Drähte, Bronze- 108.
— Eisen- 108.
— Gummi- 108.
— Guttapercha- 109.
— Wachs- 109.

Einführung der Leitungen 115.
Einheiten, Maß-, elektrische 36.
Elektricität, atmosphärische 145.
— Begriff 13.
— galvanische 32.
— Geschwindigkeit 41.
— Inductions- 47.
— Magnet-Inductions- 51.
— positive und negative 16.
— Reibungs- 32.
— Übergang derselben 14.
— Wirkung, ablenkende 63.
— — chemische 59.
— — magnetisierende 68.
— — Wärme 58.
Elektrisiermaschine 17.
Elektrode, Lösungs- 29.
Elektroden 28.
Elektromagnete 69.
— Construction 71.
Elektromagnet von Hughes 72.
— Wirkung der 72.

Elektromagnetismus 69.
— Gesetze des 70.
Element, Daniell- 86. 88.
— — Behandlung des 169, 172.
— Callaud- 86, 92.
— — Behandlung des 169, 174.
— Kohlfürst- 86, 94.
— — Behandlung des 169, 174.
— Leclanché- 86, 95.
— — Behandlung des 169, 175.
— Meidinger, 86, 90.
— — Behandlung des 169, 173.
Elementarmagnete 4.
Elemente, galvanische 25, 85.
— — chemischer Process 86.
— — constante und inconstante 30.
— — Nebenconsum 90.
— — Verbindung derselben 41.
— — Ursache der Wirkung 29.
— Thermo- 56.
— Trocken- 98.
Endstationen 155.
Erdleitungen 106.
Erde die, ein Magnet 10.
Erfordernisse einer Telegraphenleitung 119.
Erkennung von Ableitungen 186.
— von Berührungen 192.
— von Unterbrechungen 198.
Erzeugung künstlicher Magnete 10.
Extrastrom 50.

Farbschreiber 125.
Feld magnetisches 7.
— abgelenktes 9.
— zusammengesetztes 8.
— eines Leiters 46.
Franklin'sche Tafel 20.

Galvanometer 65.
— Wirkungsweise desselben 67.
Galvanoskop 65, 139.
Gegenstrom 79.
Geschwindigkeit der Elektricität 41.
Gesetz der magnetischen Anziehung 12.
— der elektrischen Anziehung und Abstoßung 17.
— Ohm'sches 34.
Gesetze der elektrischen Grunderscheinungen 13.

Halbleiter 14, 15.
Halbtranslationen 168.
Hektowatt 37.
Hufeisenmagnet 12.

Induction, galvanische 47.
— magnetische 5.
Inductionsapparat 50.
Inductor, Cylinder- 53.
Influenz, elektrische 20.
— magnetische 5.
Intensität des Stromes 33.
Isolierung 15.
Isolatoren 14, 112.

Kabel 114.
Kathode 28.
Kilowatt 37.
Kohlfürst-Element 86, 94.
— — Behandlung des 169, 174.
Kraft, elektromotorische 30.
Kraftlinien, magnetische 7.

Lamellenwechsel 141.
Leclanché-Element 86, 95.
— — Behandlung des 169, 175.
Leiter der Elektricität 14.
— die Erde als 38.
Leitungen, Begriff 105.
— Bureau- 117.
— Erd- 106.
— Kabel 114.
— Luft- oder Außen- 108.
— Telegraphen-, Begriff 105.
— — Erfordernisse 119.
Leitungsverbindungen 118.
Leitungswiderstand 15.
— Abhängigkeit des 34.
— der Elemente 35.
— specifischer 34.
Leydnerflasche 22.
Linienwechsel 141, 182.

Magazin, magnetisches 13.
Magnet, die Erde ein 10.
Magnete, Hufeisen 12.
— künstliche, Erzeugung 10.
— natürliche und künstliche 1.
— permanente und temporäre 6.
Magnet-Induction 51.
— Inductor 53.
— Nadel 3.
Magnetisierung durch Vertheilung 5.
Magnetisierungsspiralen 70.
Magnetismus 1
— remanenter 75.

Magnetismus-Vertheilung desselben 1.
Maßeinheiten, elektrische 36.
Meidinger-Element 86, 90.
— — Behandlung des 169, 173.
Milliampère 37.
Mittellinie 2.
Mittelstation 155.
Morse-Alphabet 151.
— Apparat 120.
— Zeichen 151.
Multiplicator 64.
Multiplicationsspulen 70.

Nadeln, astatische 67.
— Magnet- 3.
Nebenconsum der Elemente 90.
Nichtleiter 14, 15.

Ohm, Maasseinheit 36.
Ohm'sches Gesetz 34.

Parallelschaltung 42.
Platten, Blitz- 147.
— Behandlung 169, 183.
Polarisation 29.
Pole, magnetische 2.
— Nord- und Süd- 2.
— — — Anziehung und Abstossung 2.
Pol, positiver und negativer elektrischer 28.
Potential, elektrisches 45.
Princip des elektrischen Telegraphen 78.
Process, chemischer, in den Zink-Kupfer-Elementen 86.

Quantität, Schaltung auf 42.

Relais 132.
— polarisiertes 137.
— Behandlung 169, 179.
Reliefschreiber 120.
Rheostattaster 131.
Richtung des Stromes 29.
Ruhestrom 79.
— Vergleich mit Arbeitsstrom 157.

Schaltung der Batterien 42.
— auf Intensität 42.
— parallel und hintereinander 42.
Schaltung auf Quantität 42.
Schaltungen, gemischte 44.
— Translations- 163.
Schreibapparat, Behandlung 169, 176.
— Farb- 125.
— Relief- 120.
— Translations- 165.
Schreibvorrichtung 121.
Schrift, Morse- 151.
Spannung, elektrische 31.
Spannungs-Differenz 31.
Spannungsreihe 27.
Stationen, Abzweige- 160.
— End- und Mittel- 155.
— Translations- 160.
— Übertragungs- 160.
Stöpselumschalter 141, 142.
Störungen, Arten von 183.
— dauernde 183.
— locale 185.
— temporäre 184.
Strich, einfacher und doppelter 11.
Strom, Arbeits-, Ruhe- und Gegen- 79.
— Arbeits-, Vergleich mit Ruhe- 157.
— Differenzen, Telegraphieren mit 83.
— elektrischer 24.
— — Intensität 33.
— — Richtung 29.
— — Wirkung, ablenkende 63.
— — — chemische 59.
— — — magnetisierende 68.
— — Wärmewirkung 58.
— Extra- 50.
Stromkreis 37.
Stromlauf-Unterschied zwischen Arbeits- und Ruhestrom 154.
Stromverzweigung 39.

Tangierungen 192.
Taster, Morse- 129.
— — Behandlung 169, 181.
— Rheostat 131.
Telegraph, elektrischer, Princip 78.
Telegraphen-Apparate, Benennung 120.
— — Eintheilung 84.
Telegraphenbetriebsstörungen 183.
Telegraphenleitungen, Begriff 105.
— Erfordernisse 119.
Telegraphensäulen 109.
Telegraphie, Begriff 77.
Telegraphie und Signalisierung 77.
Telegraphie und Telephonie 78.
Telegraphieren mit Stromdifferenzen 83.
Tragkraft der Magnete 12.
Träge-Einführung 116.
— -Mauer 116.
— -Winkel 112.
Translationen 160
Translations-Stationen 160.
— Schaltungen 163.
— Schreibapparat 165.

Uebertragungsstationen 159.
Umschalter 141.
— Stöpsel 141.
Unterbrechungen, Abhilfe 199.

Unterbrechungen, Arten 196.
— Begrenzung 198.
— Erkennung 198.
Unterschied des Stromlaufes zwischen Arbeits- und Ruhestrom 157.
Ursachen der Wirkung eines galvanischen Elementes 29.

Verbindungen der Apparate 161.
Vergleich zwischen Arbeits- und Ruhestrom 157.
— elektrischen Stromes mit Pumpwerk 25.
Vertheilung, elektrische 20.
Volt, Maasseinheit 36.
Voltameter 62.
Vorrichtung, Schreib- 121.

Wechsel, Batterie- 144.
Wechsel-Linien 141, 182.
Widerstand, Leitungs- 15.
Widerstand, Leitungs-, Abhängigkeit des 34.
— der Elemente 35.
— specifischer 34.
Widerstandstaster 131.
Wirkung. ablenkende, des elektrischen Stromes 63.
Wirkung, chemische, des elektrischen Stromes 59.
— magnetisierende, des elektrischen Stromes 68.
— Wärme, des elektr. Stromes 58.

Zeichen, Morse 151
Zeichengeber 129.
Zersetzung von Wasser 59.
— von Metallsalzen 61.
Zone, indifferente 2.
Zuführungen 115.
Zustand, elektrischer 13.
Zwischenstationen 155.



